

耳溫槍：生活中的量子物理

實驗名稱：

A. 耳溫槍/額溫槍、黑體、量子論。

實驗原理：

黑體輻射的原理。

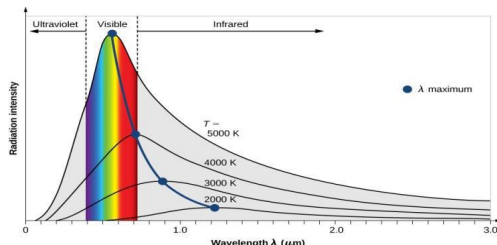
實驗器材：

耳溫槍、額溫槍、黑色貼紙、白色貼紙。

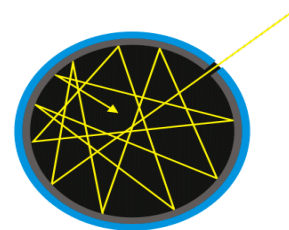
實驗步驟：

1. 將黑白貼紙貼至同一個人的額頭。
2. 以耳溫槍分別量測黑色貼紙處、白色貼紙處的溫度以及無貼紙之額溫，再量測耳洞的溫度，觀察差異並拍下實驗數據(需特寫)。
3. 測量五個人的各項溫度，整理成表格。

合成示意圖



黑體輻射光譜



黑體模擬圖

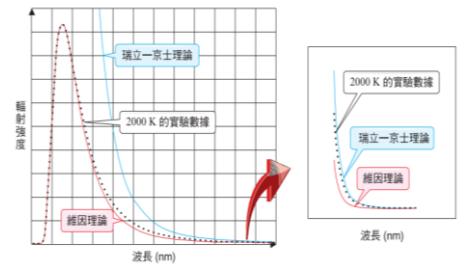
檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕，影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解黑體輻射的原理，並要呈現5個人的各項溫度並匯整實驗數據的表格。
5. 影片中要呈現做實驗的情形，實驗時鏡頭特寫到耳溫槍螢幕上，顯示溫度，並講解溫度差異的問題。
6. 影片中要呈現耳溫槍之實驗數據圖片，需合成同一張圖片(黑貼紙處溫度、白貼紙處溫度、無貼紙之額溫、耳洞的溫度)以此對比。
7. 計算體溫36度時，黑體輻射的尖峰波長，並且要在影片中呈現。

耳溫槍：生活中的量子物理

實驗名稱：

- B. 黑體輻射的四個諾貝爾和第五個諾貝爾獎、宇宙大爆炸。
- C. 詳細操作及解說PhET的Blackbody Spectrum模擬程式。

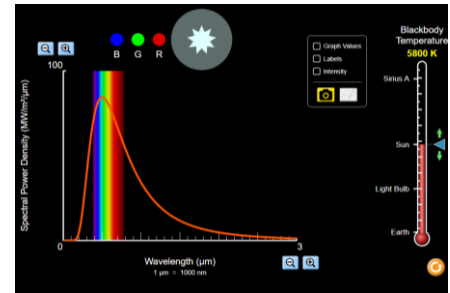


實驗原理：

維恩位移定律、宇宙微波背景輻射。

實驗器材：

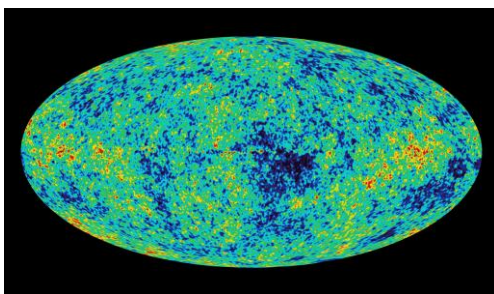
PhET的Blackbody Spectrum模擬程式。



實驗步驟：

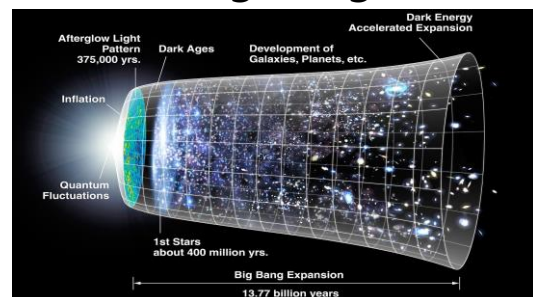
1. 講解黑體輻射研究得到的四個諾貝爾獎(1.1911維恩位移定律、2.1918普朗克量子論、3.1978宇宙微波背景輻射、4.2006宇宙年齡)。

宇宙微波背景輻射



須說明上圖中各個顏色的意義

Big Bang



檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕，影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解上述四項諾貝爾獎得獎的原因。
5. 影片中要講述關於宇宙微波背景輻射有可能得到第五個諾貝爾獎的理由。
6. 影片中諾貝爾獎的部分講解著重在大爆炸之後，宇宙狀態的演進。
7. 影片中要詳細操作及解說 PhET 的Blackbody Spectrum 模擬程式，並要呈現做實驗的情形以及實驗數據。

耳溫槍：生活中的量子物理

實驗名稱：

1. 耳溫槍的黑白實驗。

實驗原理：

黑體輻射的原理、黑體輻射有關的諾貝爾獎。

實驗器材：

耳溫槍、額溫槍、黑色貼紙、白色貼紙。

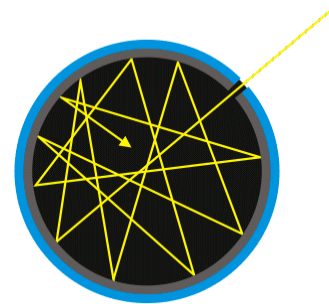
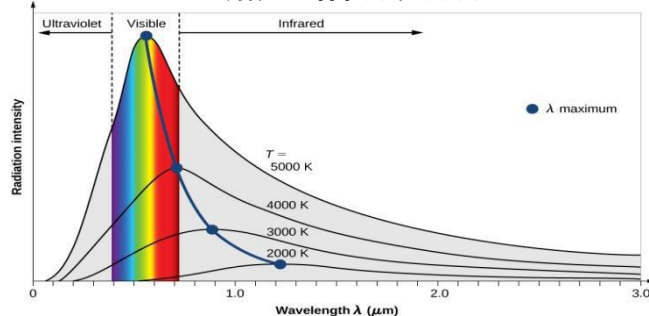
實驗步驟：

1. 將黑白貼紙貼至同一個人的額頭。
2. 以耳溫槍分別量測黑色貼紙處、白色貼紙處的溫度以及無貼紙之額溫，再量測耳洞的溫度，觀察差異並拍下實驗數據(需特寫)。

合成示意圖



黑體輻射光譜



黑體模擬圖

檢驗項目：

1. 影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，使用麥克風錄音。
2. 影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中要講解黑體輻射的原理。
4. 影片中要講解黑體輻射研究得到的四個諾貝爾獎(1.1911維恩位移定律、2.1918普朗克量子論、3.1978宇宙微波背景輻射、4.2006宇宙年齡)。
5. 影片中要呈現做實驗的情形，實驗時鏡頭特寫到耳溫槍螢幕上，顯示溫度。並且講解溫度差異的問題。
6. 影片中要呈現耳溫槍之實驗數據圖片，需合成同一張圖片(黑貼紙處溫度、白貼紙處溫度、無貼紙之額溫、耳洞的溫度)以此對比。
7. 計算體溫36度時，黑體輻射的尖峰波長，並且要在影片中呈現。
8. 影片中有說明這一組的創意或創新。

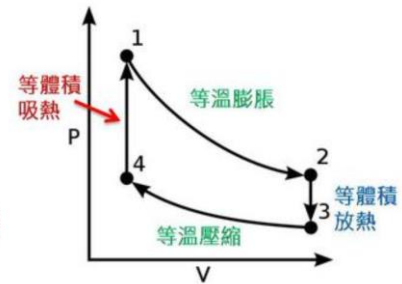
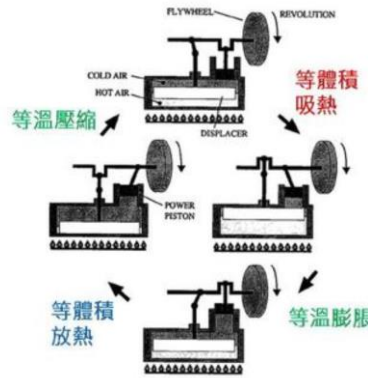
生活中的熱學

實驗名稱：

2. 寶特瓶引擎

實驗原理：

熱力學過程，史特林引擎



實驗器材：

寶特瓶、寶特瓶瓶蓋、水、可以承裝熱水的容器、使用慢動作紀錄

實驗步驟：

1. 至YOUTUBE觀

<https://www.youtube.com/watch?v=gQb2sN6UWkA>

史特引擎運作原理的影片

2. 將瓶蓋置於寶特瓶口，並以手機放慢動作攝影瓶蓋跳動的情形
3. 用手掌的輕輕地扶住於寶特瓶周圍
4. 使用慢動作攝影紀錄
5. 在使用雙手加溫的狀況下要能夠使瓶蓋跳動至少5次
6. 再將寶特瓶至於熱水容器中，並改置放硬幣於瓶口，且要使硬幣能夠跳動至少3次

檢驗項目：

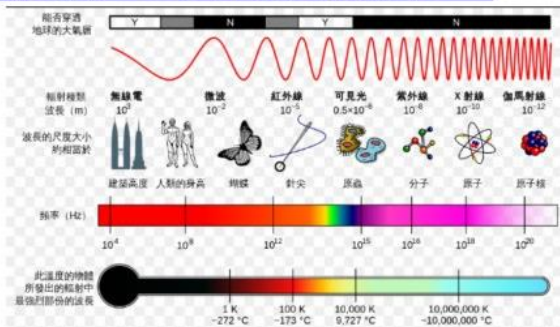
1. *影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音
2. *影片中有自製《原理講解圖板》
3. 影片中要講解史特林引擎運作的原理
4. 影片中要顯示雙手加溫的狀況下要能夠使瓶蓋跳動至少5次
5. 影片中要顯示寶特瓶至於熱水容器中，要
6. 影片中要講解寶特瓶引擎的原理
7. 影片中有說明這一組的創意或創新





耳溫槍

預備知識-1：紅外線與熱輻射



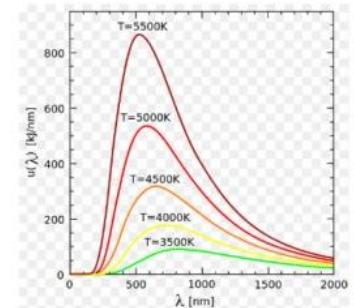
熱輻射:物體的溫度在絕對零度以上，內部帶電粒子都會因熱擾動而輻射出電磁波，因熱而輻射出的電磁波稱為熱輻射。

紅外線:物體的溫度會決定所輻射出的熱輻射波段。在室溫下，物體主要輻射出紅外線。

預備知識-2：黑體與黑體輻射



黑體是一個理想的熱輻射吸收體，能完全吸收(不反射)外來的熱輻射能量，再依據自己的溫度輻射出熱輻射。



右圖為黑體在各個溫度下所輻射出的光譜。

行動演示-1：耳溫槍與額溫槍



耳溫槍的原理即是利用波導管將耳溫槍所接受到的紅外線傳遞到焦電元件上，焦電元件會將紅外線轉換成數位訊號，再經由微控制器的換算及校準後在螢幕上顯示出溫度。(因耳溫槍量測的耳洞可以視為黑體，因此測量較為準確)

額溫槍的原理和耳溫槍類似。但當我們用額溫槍量額頭時，並不能確保所接收到的紅外線都是人體發出的，會有部分的紅外線是外界打到額頭而透過反射被額溫槍接收到，因此不準。

行動演示-3：紅外線偵測器與黑白壺



紅外線偵測器的原理和耳溫槍類似，只是其目主要是針對外界物體進行測量。若被測物是黑體，那其能最精準的測量到溫度。若不行，則退而求發射率高的物體。物體的發射率等於物體在一定

溫度下其本身輻射的能量與同一溫度下黑體其輻射能量之比。材料表面越暗越粗糙，其發射率就越接近 1。因此，當我們想利用紅外線偵測器來測量光滑的物體時，我們可以先將被測物塗黑(暗)並黏上膠帶(粗糙)。



黑白壺實驗以水壺代表人體溫度，水壺上的洞代表耳洞(黑體)。首先在水壺裡加入熱水(穩定熱源)，待熱平衡後，分別用紅外線偵測器量測黑色表面，白色表面，以及小孔溫度。因為發射率的關係為小孔>黑色>白色，因此最能代表壺內熱水的溫度(精準度)為小孔>黑色>白色。



國立中山大學 物理系

生活物理演示 服務市民

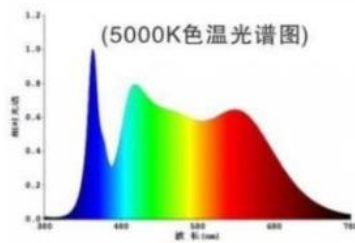


耳溫槍

行動演示-2：LED 色溫



LED 燈泡色溫所代表的意思是其本身的光譜峰值附近(深藍色除外)的波長峰值和黑體



輻射某溫度下所對應到的波長峰值一樣就稱燈泡具有該色溫。但相同色溫的黑體與燈泡其顏色會略有差異。

行動演示-2：星球的溫度

維恩位移定律：物理學上描述黑體電磁輻射光譜輻射度的峰值波長與自身溫度之間為反比關係的定律，其數學式為： $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$ 。 λ_{\max} 為輻射的峰值波長(單位：米(m))。T 為黑體的絕對溫度(單位：克爾文(K))，b 為維恩位移常數，其數值為： $2.898(17) \times 10^{-3}$ (單位：米·克爾文(m)·K))以參宿四為例： $\lambda_{\max} = \frac{2.898(17) \times 10^{-3}}{3500} = 828(\text{nm})$ 。828 奈米在紅外線區，因此可見光區的光譜疊加起來為紅色。

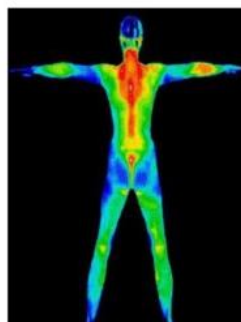


行動演示-3：熱像儀

高中生準備事項：

手機 app <thermal camera>

熱像儀能將人眼無法看見的紅外線轉換成電訊號，並以各種不同的顏色來顯示出不同溫度的分佈，使整個溫度分佈以可視圖像顯示出來，溫度較高的物體呈紅色，較低的物體呈藍色。



帳篷演示-1：人體感測器

人體感測器是基於紅外線反射的原理。當人體的手或身體的某一部分在人體感測器的紅外線區域內，其所發出的紅外線會被遮擋而反射回去，形成訊號，而做出我們想要它做的事。當人離開時，紅外線沒有被反射，因此沒有訊號，也就停止我們想要它做的事情。其類似的應用包含自動門、防盜警報器、能自動快速開啟更種燈具等等。



演示實驗教學 耳溫槍組

黑白壺



- 實驗內容:操作模擬黑白壺的馬克杯，並說明其原理。
- 實驗器具:耳溫槍*1 馬克杯*1 紙板*1 熱水 黑白膠帶 各一段 膠帶
- 實驗步驟:

1)在馬克杯中裝入熱水，將紙板剪成杯口大小並在其中間鑽一個小洞然後用膠帶固定在杯口。在馬克杯的杯壁上分別貼一段黑色及白色的膠布。

2)利用耳溫槍分別測量和紀錄紙板孔、黑色及白色膠布的溫度。

3)說明三者為何溫度有所不同，黑體輻射和黑白壺又有甚麼關聯。



耳溫槍與額溫槍

- 實驗內容：分別用耳溫槍與額溫槍測量耳朵以及額頭，並且說明兩器材的原理以及差別。
- 實驗器材：耳溫槍*1 額溫槍*1
- 實驗步驟：
 - 1) 拿取耳溫槍及額溫槍分別測量耳朵與額頭，並記錄其溫度。
 - 2) 說明耳溫槍與額溫槍的測量原理。
 - 3) 比較兩種儀器的差異性，利用物理學解釋兩者的利弊。
 - 4) 解釋黑體輻射是甚麼，為何耳朵可以視為一個黑體，與額頭又有甚麼差別。

