

# 耳溫槍：生活中的量子物理

## 進階學習

### 一、額溫槍是怎麼測出你的體溫

從機械零件功能的角度分析為什麼額溫槍可以測量人體的溫度。因為任何物體只要其室溫大於絕對零度都會散發紅外線，利用這樣的特性能夠使我們測量溫度。在額溫槍的槍口上有透鏡，將人體輻射出的紅外線聚光，照射至在其後方傳感器中的熱電堆，熱電堆溫度上升後產生電訊號，並將其傳至耳溫槍主控板處理，就能在螢幕上產生溫度數據。

112 湯遠銘。

### 二、黑洞

美國物理學家惠勒 ( John A. Wheeler ) 認為黑洞一詞最能生動地描述一類特殊的彎曲時空：在這種時空中，空間被稱為「事件視界」的封閉曲面分隔成內外兩個區域；這個曲面就像一片摸不到也看不到的膜，膜外的一切物質，如電子、光子等，一落到膜上就會穿越膜跑進內部，但是膜內的任何物質卻無法穿透這個膜跑到外頭。既然物質只能進入事件視界之內而無法出來，位於視界外的觀察者當然看不到任何從裡面穿出的光子，所以對觀察者而言，事件視界內部（即黑洞）看起來就是個完美的黑球。

惠勒認為黑洞是一種特殊的黑體——它是溫度為絕對零度的黑體。處於熱平衡狀態的黑體必然要放出輻射，也就是所謂的黑體輻射。依據普朗克公式，只有當溫度為絕對零度時，黑體才不會放出輻射。根據廣義相對論，黑洞完全不會輻射，所以黑洞就是零溫度的黑體。

惠勒的答案到了 1974 年被推翻了。當時霍金研究量子場在黑洞附近的行為，發現由於奇妙的量子效應，黑洞其實也具有溫度，因此也會放出輻射，此黑洞輻射當然也就被稱為霍金輻射，它是一種黑體輻射，遵循普朗克輻射定律。換句話說，霍金的發現是量子效應讓黑洞從溫度為絕對零度的不輻射黑體變成溫度不為零的黑體。

113 康芷菱

相關影片：

《柴知道》科普：霍金做出了哪些学术贡献？.

<https://www.youtube.com/embed/DOO00ah->

[WgQ](#)

101 科學教室：神祕黑洞《國家地理》雜誌

<https://www.youtube.com/embed/vqctfT2Yv-Y>

---

---



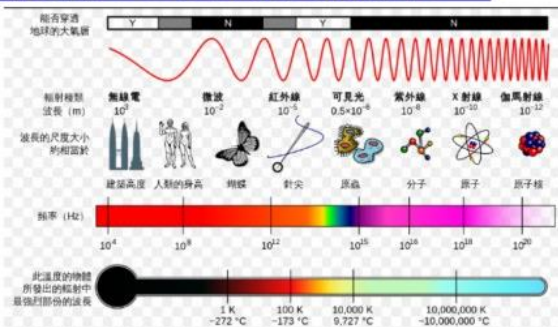
# 國立中山大學 物理系

## 生活物理演示 服務市民



# 耳溫槍

### 預備知識-1：紅外線與熱輻射



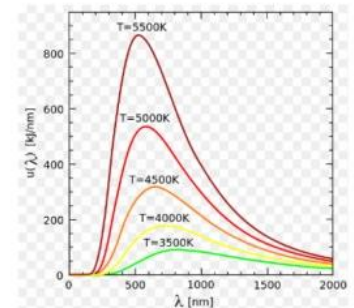
**熱輻射:**物體的溫度在絕對零度以上，內部帶電粒子都會因熱擾動而輻射出電磁波，因熱而輻射出的電磁波稱為熱輻射。

**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)。

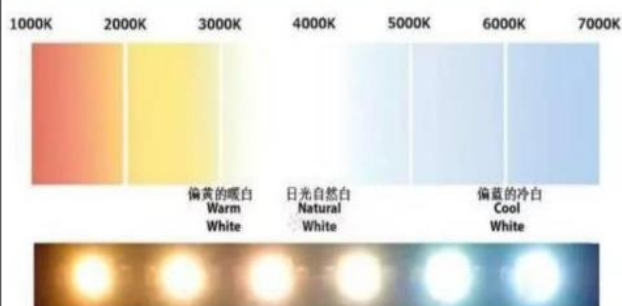


**黑白壺實驗**以水壺代表人體溫度，水壺上的洞代表耳洞(黑體)。首先在水壺裡加入熱水(穩定熱源)，待熱平衡後，分別用紅外線偵測器量測黑色表面，白色表面，以及小孔溫度。因為發射率的關係為小孔>黑色>白色，因此最能代表壺內熱水的溫度(精準度)為小孔>黑色>白色。

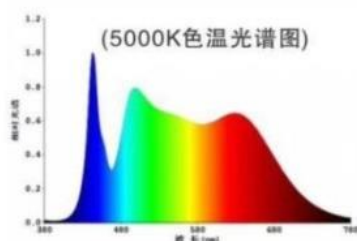


# 耳溫槍

## 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： $\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$ 。 $\lambda_{\max}$  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、能自動快速開燈更種燈具等等。

