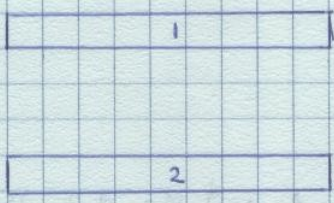


Quindi all'interno di una cavità in cui vi sia radiazione da corpo nero si ha una completa simmetria tra assorbimento ed emissione. Quindi ricapitolando: i coefficienti di emissione dipendono solo dalla superficie mentre i coefficienti di riflessione, assorbimento e rifrazione dipendono dalla superficie ma anche dalla natura della superficie luminosa. Si noti che nei metalli generalmente il coefficiente di emissione è minore di 1, nei materiali di costruzione è circa uguale a 0,6 nella neve è circa uno, nella ceramica nera è circa uno e così via. Chiamiamo **corpo grigio (trasparente)** un corpo con coefficiente di trasmissione nullo. Se invece abbiamo:

$$\alpha_{\lambda, \theta, \varphi} = \rho_{\lambda} = \rho$$

siamo in presenza di un **corpo grigio** cioè di un corpo che assorbe in modo isotropo tutte le frequenze allo stesso modo. Quindi questi corpi assorbono con la stessa intensità in tutto lo spettro. Dalla legge di Kirchhoff si deduce che il corpo grigio, per essere grigio, deve avere un coefficiente di assorbimento monodirezionale uguale costante e pari al coefficiente di emissione. Tale coefficiente può variare con la temperatura del corpo. La maggior parte dei materiali presenti in natura non sono corpi grigi bensì sono **superfici selettive** che altro non sono che dei corpi non grigi che cioè non assorbono allo stesso modo in tutto lo spettro. Definiamo infine **specchio perfetto** una parete in cui $\rho = 1$, cioè una parete adiabatica alle radiazioni. Vediamo ora la potenza termica scambiata tra due superfici e correlata prevalentemente dalla geometria del sistema. Il parametro geometrico che influisce sulla geometria delle superfici è il **fattore di vista**. Esso viene indicato con F . Supponiamo che un insieme di superfici disposte in un certo modo nello spazio interagiscono e si scambiano calore tra loro. Consideriamo la seguente situazione:



Si ha:

$$J_1 A_1 = Q_{12} + Q_{13} + \dots + Q_{1m}$$

dove J_1 è la radianza della superficie 1 e A_1 è la sua area. Quindi $J_1 A_1$ rappresenta la potenza termica emessa e riflessa dalla superficie 1. La precedente espressione è valida per una cavità con n superfici, se la superficie presa in considerazione è piana o convessa. Dividendo membro a membro la precedente relazione si ha:

$$\frac{Q_{11}}{J_1 A_1} + \frac{Q_{12}}{J_1 A_1} + \dots + \frac{Q_{1m}}{J_1 A_1} = 1$$

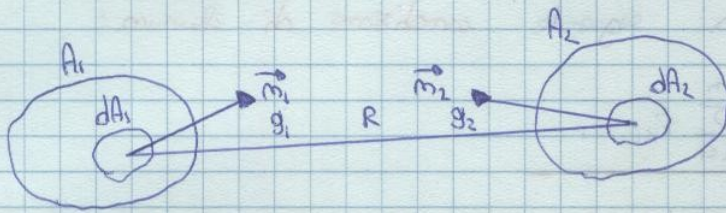
Ciascun componente di quest'ultima espressione prende il nome di **fattore di vista**. Questo fattore viene di solito indicato in questa maniera:

$$F_{i,j} = \frac{\dot{Q}_{i \rightarrow j}}{Q_i}$$

Per esempio con F_{12} si indica la frazione di energia emergente dalla superficie 1 che cade sulla superficie 2. Quindi si scrive:

$$F_{12} = \frac{\dot{Q}_{1 \rightarrow 2}}{Q_1}$$

dove $\dot{Q}_{1 \rightarrow 2}$ rappresenta la potenza termica che per irraggiamento lascia la superficie 1 ed incide sulla superficie 2, mentre Q_1 è la potenza termica che lascia la superficie 1. Schematicamente si ha:



Quindi in generale un fattore di vista indica la percentuale di energia irradiata dalla superficie i che viene poi catturata dalla superficie j . Quindi si scrive anche:

$$F_{ij} = \frac{\dot{Q}_{ij}}{j_i A_i}$$

Si noti che con Q_1 indichiamo la **potenza autoirradiata**, cioè la potenza termica autoirradiata dalla superficie 1. Possiamo scrivere l'energia che emerge dalla superficie 1 in questo modo:

$$\dot{Q}_{1 \rightarrow 2} = \int_{SS} \int_{A_1} I_{w1} dA_1 \cos \theta_1 d\omega_1$$

In questo caso, $d\omega_1$ è l'angolo solido secondo cui è vista la superficie infinitesimale dA_2 dalla superficie dA_1 . Si può allora scrivere:

$$\dot{Q}_{1 \rightarrow 2} = \int_{A_2} \int_{A_1} I_{w1} dA_1 \cos \theta_1 \frac{dA_2 \cos \theta_2}{R^2}$$

Siccome: $\dot{Q}_1 = j_1 A_1$ e se la radiazione è isotropa, si ha:

$$\dot{Q}_{1 \rightarrow 2} = \frac{j_1}{R^2} \int_{A_2} \int_{A_1} \cos \theta_1 \cos \theta_2 dA_1 dA_2$$

$$\dot{Q}_1 = A_1 \pi j_1$$

Quindi:

$$F_{12} = \frac{\int_{A_2} \int_{A_1} \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2 dA_1 dA_2}{A_1 \pi r^2}$$

e analogamente:

$$F_{21} = \frac{\int_{A_2} \int_{A_1} \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_2 dA_1 dA_2}{A_2 \pi r^2}$$

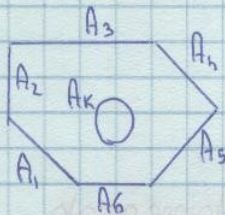
Queste relazioni mettono in evidenza che il fattore di vista è una grandezza geometrica. Da tutto ciò si deduce la seguente legge di reciprocità:

$$F_{12} A_1 = F_{21} A_2$$

Inoltre in generale vale la seguente condizione di chiusura:

$$\sum_{i=1}^n F_{ki} = 1$$

cioè quando siamo nel caso di n superfici racchiudenti una generica superficie A_k . In breve l'energia emessa dal corpo interno, meno di assorbita, cade per intero sulle superfici della cavità.



Consideriamo ora due superfici nere A_1 e A_2 rispettivamente a temperatura T_1 e T_2 , e sia F_{12} il fattore di vista dalla superficie 1 rispetto alla superficie 2. Essendo la superficie A_2 nera, il fattore di vista F_{12} rappresenta anche la frazione di energia emessa dalla superficie A_1 che viene completamente assorbita dalla superficie A_2 . Analogamente si ha per F_{21} . Essa infatti è la frazione di energia emessa da A_2 che cade su A_1 e viene da essa completamente assorbita. La differenza di queste quantità è la potenza radiante scambiata \dot{Q}_{12} . La potenza emessa dai corpi è:

$$\begin{cases} \dot{Q}_1 = A_1 E_1^m \\ \dot{Q}_2 = A_2 E_2^m \end{cases}$$

mentre la potenza emessa da A_1 e assorbita da A_2 e la potenza radiante emessa da A_2 e assorbita da A_1 sono:

$$\begin{cases} \dot{Q}_{1 \rightarrow 2} = F_{12} A_1 E_1^m \\ \dot{Q}_{2 \rightarrow 1} = F_{21} A_2 E_2^m \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{e quindi: } \dot{Q}_{12} = \dot{Q}_{1 \rightarrow 2} - \dot{Q}_{2 \rightarrow 1} \\ \text{cioè: } \dot{Q}_{12} = F_{12} A_1 E_1^m - F_{21} A_2 E_2^m \end{array}$$

$$\text{Per: } F_{12} A_1 = F_{21} A_2 \Rightarrow \underline{\dot{Q}_{12} = F_{12} A_1 \sigma_0 (T_1^4 - T_2^4)} \quad \text{e} \quad \underline{\dot{Q}_{12} = F_{21} A_2 \sigma_0 (T_1^4 - T_2^4)}$$

Se invece consideriamo lo scambio radiante tra corpi grigi, o meglio se consideriamo le superfici grigie che emettono in modo diffuso, o assorbono in modo diffuso, e si suppone anche che riflessione e radiazione siano diffuse, si ottiene:

$$\begin{cases} q = q(T) \\ \epsilon = \epsilon(T) \\ \rho = \rho(T) \end{cases} \Rightarrow q + p = 1 \text{ perché le corpi \u00e8 grigio.}$$

Si dimostra che si pu\u00f2 scrivere in generale:

$$\dot{Q}_{12} = \frac{S_0 (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-q_1}{q_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-q_2}{q_2 A_2}}$$

In particolare se abbiamo due superfici piane, parallele e di dimensioni e distanza tali da rendere trascurabile l'effetto di bordo, si ha:

$$A_1 = A_2 = A \Rightarrow F_{12} = F_{21} = 1$$

Quindi:

$$\dot{Q}_{12} = \frac{A S_0 (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{q_1} + \frac{1}{q_2} - 1}$$

e nel caso particolare in cui le superfici sono nere si ha:

$$q_1 = q_2 = 1 \Rightarrow \dot{Q}_{12} = A S_0 (T_1^4 - T_2^4)$$

Nel caso invece di superfici cilindriche assiali di lunghezza infinita si ha:

$$F_{12} = 1 \Rightarrow \frac{A_1}{A_2} = \frac{D_1}{D_2}$$

e quindi:

$$\frac{\dot{Q}_{12}}{L} = \frac{\pi D_1 S_0 (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{q_1} + \frac{D_1}{D_2} (\frac{1}{q_2} - 1)}$$

Nel caso in cui i cilindri sono neri si avrebbe:

$$\frac{\dot{Q}_{12}}{L} = \pi D_1 S_0 (T_1^4 - T_2^4)$$

Infine se abbiamo un piccolo corpo completamente contenuto in un altro di dimensioni molto maggiori, si ha:

$$F_{12} = 1 \Rightarrow A_1 \ll A_2 \text{ e } \frac{A_1}{A_2} \approx 0 \Rightarrow \dot{Q}_{12} = A_1 q_1 S_0 (T_1^4 - T_2^4)$$

Quindi ricapitolando imbidiamo con le termine **radiazioni** tutti quei fenomeni sommessi alla trasmissione di energia mediante onde trasversali di natura elettromagnetica. Ricordiamo che nelle onde trasversali l'oscillazione avviene in un piano perpendicolare alla direzione di propagazione. Tali onde possono avere piccolissime lunghezze d'onda come per esempio i **raggi γ** o i **raggi X** i quali producono per esempio la **fluorescenza** oppure possono avere lunghezze d'onda comprese tra i $4,330 \mu\text{m}$ e i $780 \mu\text{m}$ entrambi casi nel campo visibile, oppure possono avere lunghezze d'onda comprese tra i $4,4 \mu\text{m}$ e i $4,1 \mu\text{m}$ come i **raggi ultravioletti** o infine possono avere lunghezze d'onda comprese tra i $10,8 \mu\text{m}$ e i $1000 \mu\text{m}$ come i **raggi infrarossi** i quali hanno la proprietà di scaldare sensibilmente i corpi. Poi ci sono onde aventi lunghezze d'onda maggiori di $100 \mu\text{m}$ come per esempio le **onde hertziane**. In quanto riguarda l'emissione di radiazioni, i solidi e i liquidi emettono radiazioni in cui le lunghezze d'onda variano con continuità, mentre i gas emettono radiazioni in maniera discontinua. La sorgente di radiazione termica più evidente è il sole. La luce che arriva dal sole non è diretta ma viene diffusa dall'atmosfera o attraverso le molecole di gas che assorbono e riemettono radiazioni in modo isotropo, oppure le particelle denota i raggi solari. Quindi anche l'atmosfera si comporta come un emettitore. Una sorgente di radiazione simile al sole è per esempio la **lampada a incandescenza**. Essa è composta da tre parti:



- 1) un **bulbo di vetro**
- 2) un **filamento**
- 3) un **attacco per l'alimentazione**

Inizialmente come filamento veniva usato come metallo il **carbonio**, solo che esso ha una temperatura di fusione pari a $T_f = 1800^\circ\text{C}$ che non è il massimo. Inoltre con questo filamento si generava una luce tendente al rosso. Sostituendo il carbonio con il **tungsteno** si migliorava l'efficienza della lampada ed inoltre il tungsteno presenta una temperatura di fusione maggiore ($T_f = 2500 - 2800^\circ\text{C}$). Il principio di funzionamento è il seguente: una corrente elettrica attraversa il filamento e quindi per effetto joule si ha un riscaldamento dello stesso. Questo comporta una certa quantità di energia irradiata. Contemporaneamente all'aumentare della temperatura, si ha un'emissione di onde nel campo del visibile. Infine accenniamo ai tipi di attacco per alimentazione:

- 1) **TIPO GOLA** (39,2 mm di diametro)
- 2) **TIPO VORTALE** (26,1 mm di diametro)
- 3) **TIPO NIGUON** (13,7 mm di diametro)
- 4) **TIPO MICRO NIGUON** (9,5 mm di diametro)

Esistono poi anche le **lampade alogene** che sono tipi di lampade a incandescenza dove però il tubo non è di vetro bensì di quarzo. Per queste cose fanno parte di un corso della Fisica Tecnica che va sotto il nome di **illuminotecnica**.

