

## Lessione 21 -

legge di Boltzmann:

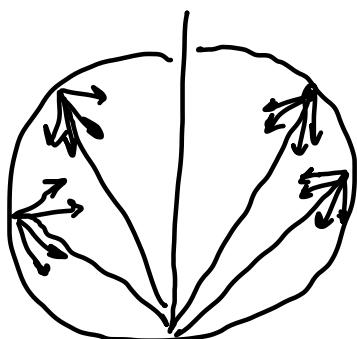
$$W_r = \sigma \cdot T^4 \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$

↳ Energia emessa

Al cambiare di  $T \rightarrow W$  aumenta e  $\lambda$  diminuisce.

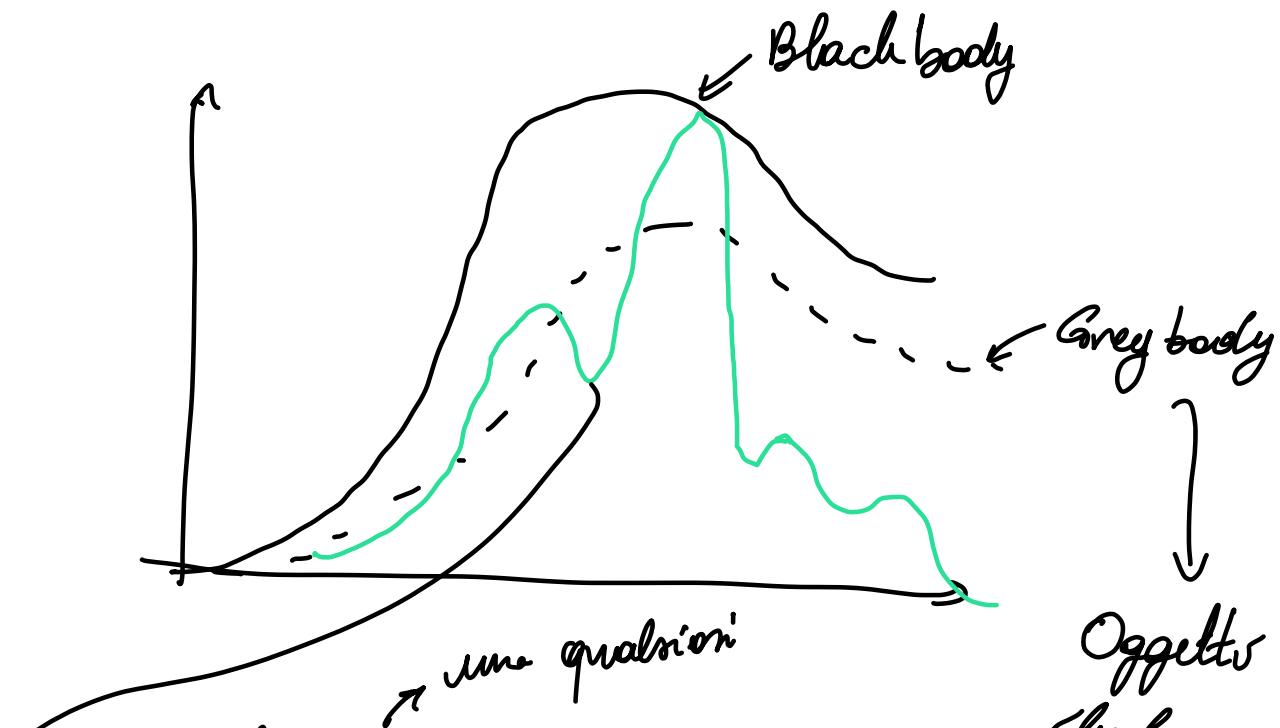
pg. 12 Corpo nero reale

↳ Si può realizzare che possono agire come corpi neri ma non esistono.



Si riunisce un'assorbimento massimo possibile.

Pg. 14 Oggetti reali



→ Superficie reale, in alcuni punti può arrivare vicino al corpo nero ma non lo può superare.

Oggetto  
che ha curva di emissione uguale ma ridotta per un costante rispetto al corpo nero

→ Non emette onde in lunghezze con curva legge simile al corpo nero

Se fattore che variano è  $E \rightarrow$  emissività

→ Il corpo nero ha  $E=1$

→ Il corpo grigio ha  $0 < E < 1$  per ogni lunghezza d'onda

→ La superficie reale può avere  $E$  diversa per diverse lunghezze d'onda.

Fattori da cui dipende l'emissione: pg. 15

- tipo di materiale
- angolo di rist. (forma)
- rugosità superficiale
- temperatura
- lunghezza d'onda

pg. 16 E è misurata sull'oggetto di misura

Legge di Boltzmann per corpi grigi:

$$w = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

$\epsilon = 1$  corpo nero

$0 < \epsilon < 1$  corpo grigio

$\epsilon = 0$  specchio all'infrarosso

Per determinare  $\epsilon$ , prendiamo una banda <sup>1</sup> di  $\lambda$ , e prendiamo la media della potenza emessa, e poi confrontiamolo con il corpo nero.

## Ternografia

↳ tecnica per misurare la temperatura non in un punto ma in un'immagine, riportando una matrice.

→ feste contattate

↳ Utile per aree pericolose

↳ cose ad alte T

↳ Un'immagine tiene un macchina termica

↳ Si possono fare misure senza fermare produzione  
o pezzi (e.g. cuscinetti)

## Caratteristiche fondamentali pg. 21

↳  $\tau = 21 \text{ ms} \Rightarrow$  risposta primordiale

↳ Campo di visione molto esteso

## Limiti all'uso

↳ Costi (bassi rispetto a tempo fa)

↳ Necesità di operatore qualificato

↳ Ricchezza di misure diverse

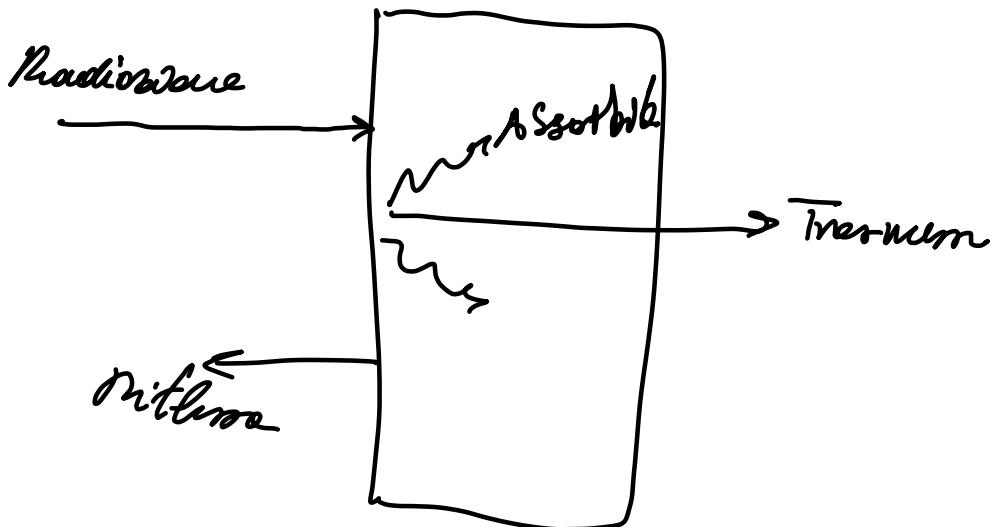
↳ Grossi impegni con macchine a E bassa.

↳ Per disturbi

↳ Necesità di schermire la telecamera dalle emisfere

ambientali:

Rendere a radiazione infrarossa pg. 23



$$\rho + \gamma + \alpha = 1$$

Per materiali non trasparenti:

$$\rho + \epsilon = 1$$

Radiazione incidente sulla telecamera: pg. 26

Se ci sono oggetti che emettono energia, è possibile che dell'energia riflette sull'oggetto, e aumenta

anche quest'energia anche se non è veramente  
del misurando

- ↳ Problemi a borse  $T^{\frac{1}{2}}$  → Tamb è costante  
bassa
- ↳ Serve isolare il misurando.

### Effetto Nasco

- ↳ È possibile misurare una potenza specchiata  
sul misurando

### Trasmissione dell'atmosfera pg. 28

- ↳ Van a sostanzie assorbenti radiotattiche
  - ↳ Possiamo vedere quale banda usare per  
misurare la temperatura
  - ↳ A banda alta o banda bassa
- ↳ Infatti i sensori sono fatti per misurare  
in queste bande

### Detector pg. 29

- ↳ 2 tipi di sensori:
  - micro bolometrici → costa meno
  - sensori fotonicci

### Micro bolometri pg. 31

↳ Matrice di "pixel" sensibili; fatte con materiali supportato, che si scalda ed aumenta la temperatura.

### Detector Fotodiode pg. 32

↳ Cristalli che registrano i fotoni calestando le coniche.

### Diagramma termocamera pg. 33

↳ Si usa germanio perché il vetro non è trasparente all'infrarosso, invece il germanio lo è.

### Frequenze di campionamento

↳ Micro bolometri: 10-50 Hz

↳ Tempo integrazione: 20 ms      ↳ Immagini a secondo.

↳ Fotodiodi: 2 MHz → Fatto in modo diverso e più  
vantaggioso, ma la risoluzione temporale  
è 20000x più pronta. Nota che usiamo coniche fotodioiche.

## Comparsa dei detector pg. 35

I fotomoltiplicatori hanno principio che il numero elettronico dipende dalla loro temperatura, vengono quindi raffreddati anche per stabilirle.

### Cross-talking -

↳ Se un pixel n'è c'è più energia e uno meno, quelli con più passa un po' e quelli con meno.

Dobbiamo essere sicuri che se stiamo misurando dobbiamo avere abbastanza copertura dei pixel per fare una misura accurata, più è alto l'angolo di vista più pixel riescono a determinare la temperatura corrente.

Di fatto ci sono sempre una dissipazione.