



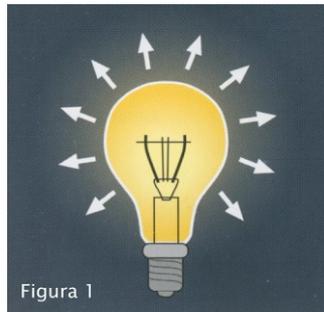
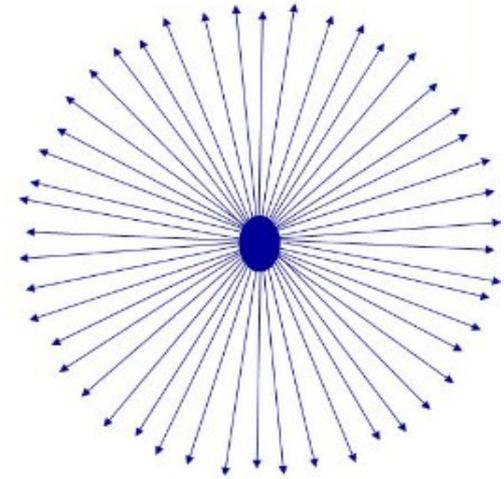
STUDIAMO LA LUCE
CON LO SMARTPHONE

marialuisa.degiorgi@unisalento.it



Un'onda elettromagnetica (onda luminosa) trasporta energia.

Una sorgente puntiforme emette luce (e trasporta energia) in tutte le direzioni (**SORGENTE ISOTROPA**)



puntiforme: oggetto di dimensione piccole rispetto alle altre lunghezze in gioco (ad es. distanza di osservazione)

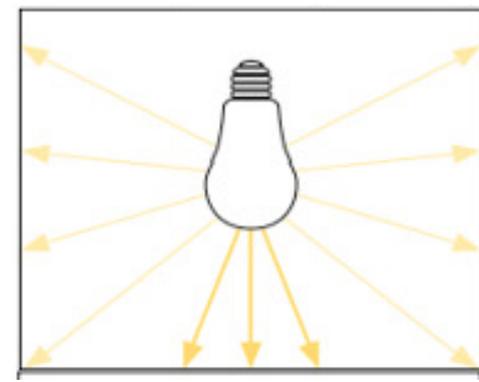
Come varia l'intensità (energia) luminosa di una sorgente al variare della distanza?

Grandezze radiometriche

Intensità luminosa I

Quantità di luce emessa (energia) per unità di tempo (potenza – watt) per unità di angolo solido (udm: steradiante – sr)

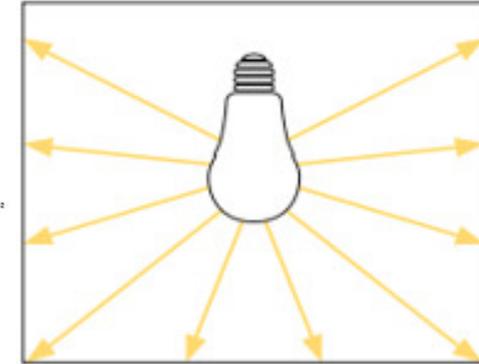
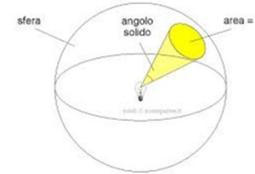
Nel S.I. l'unità di misura è la **candela (cd)**



Flusso luminoso Φ_L

Quantità di luce emessa (energia) per unità di tempo in un angolo solido Ω

$$\Phi_L = I \times \Omega$$



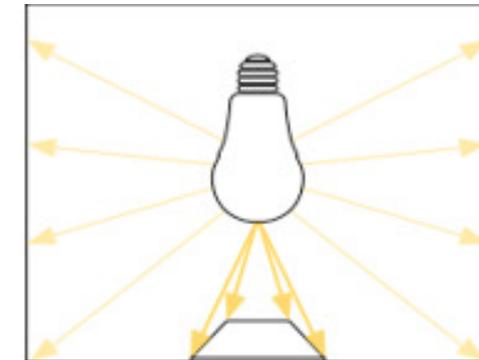
Nel S.I. l'unità di misura è il **lumen (lm)** $\rightarrow 1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \times 1 \text{ sr}$

Illuminamento E_L

È il **rapporto** fra il **flusso luminoso** che arriva perpendicolarmente su una superficie di area A e l'**area A**

$$E_L = \Phi_L / A$$

Nel S.I. l'unità di misura è il **lux (lx)** $\rightarrow 1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ m}^2$



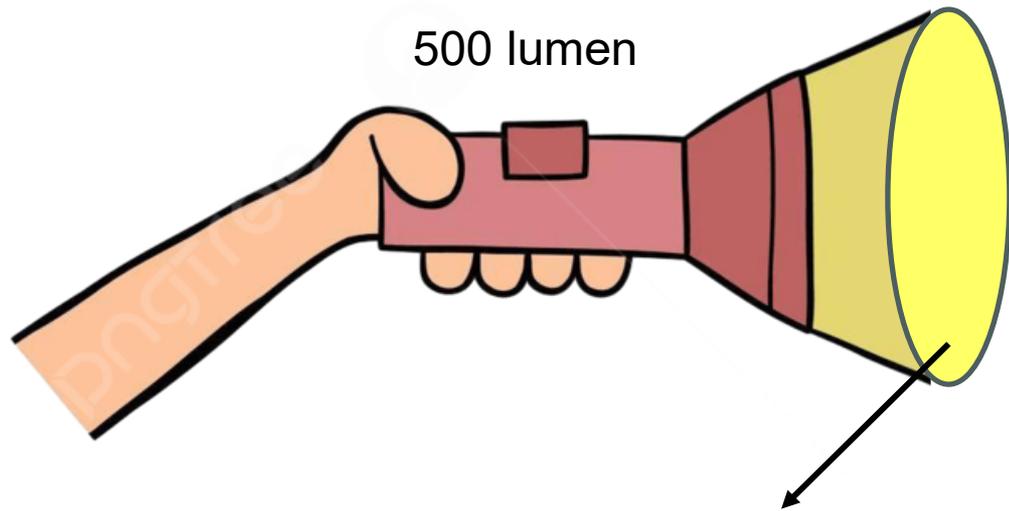
Lux e lumen sono unità di misura di due diverse grandezze fisiche:

- i lumen sono l'unità di misura del flusso luminoso.
- i lux sono l'unità di misura dell'illuminamento,

I lumen di una lampada sono costanti, indipendentemente da quanto vicini o lontani siano i diversi oggetti illuminati, **mentre i lux con i quali gli oggetti sono illuminati variano a seconda che ci si avvicini o allontani dalla lampada.**

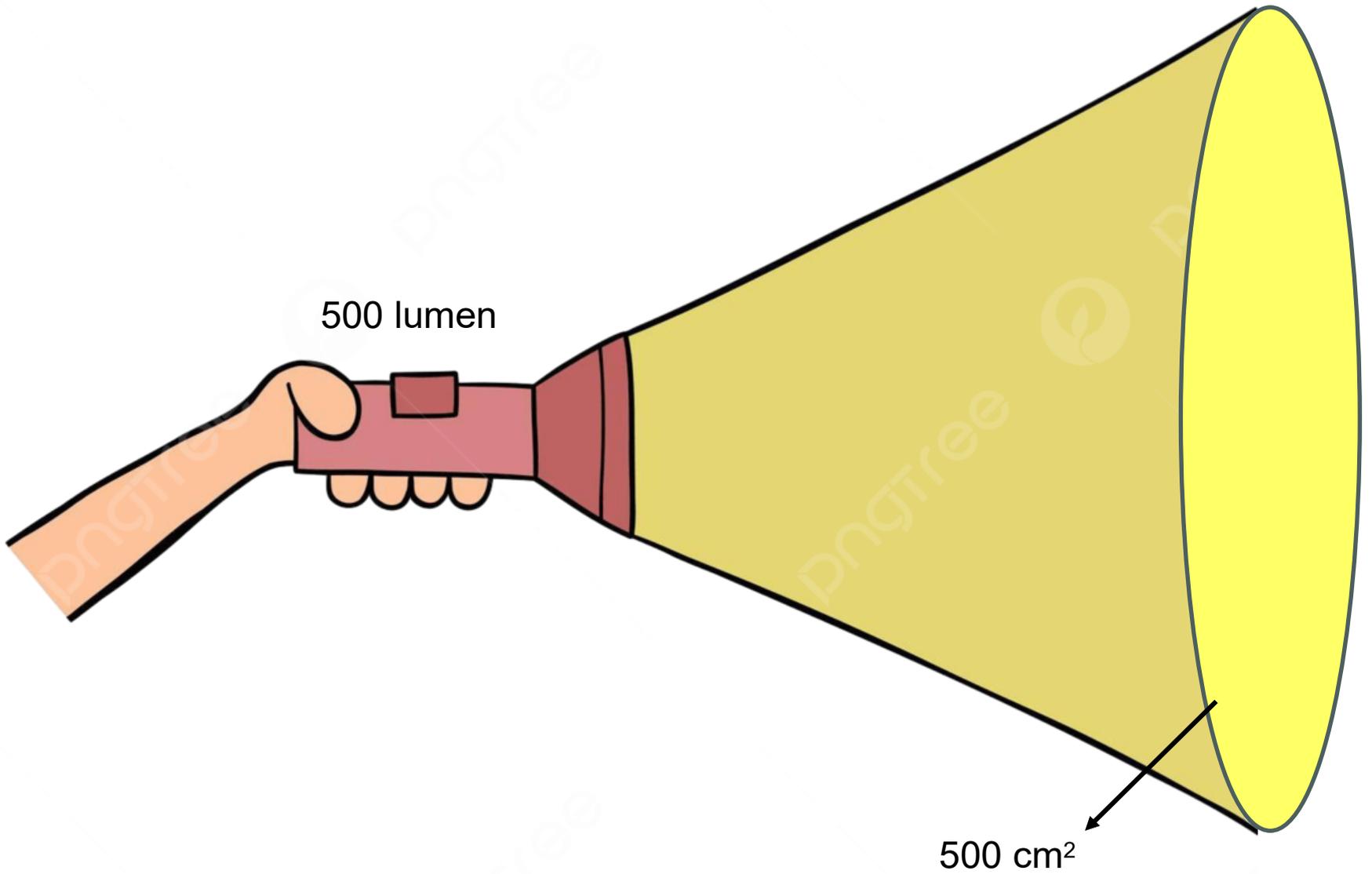
Es: Un flusso di 1000 lumen generato da una lampada, concentrato totalmente su una superficie di un metro quadrato, illumina quel metro quadrato per 1000 lux. Tuttavia, gli stessi 1000 lumen, distribuiti su una superficie di dieci metri quadrati, producono un'illuminazione di soli 100 lux.

L'illuminamento misurato in lux si riferisce, quindi, all'oggetto illuminato, e non alla sorgente. Ciò è fondamentale, perché determina quanto una sorgente è in grado di illuminare un corpo o una superficie.



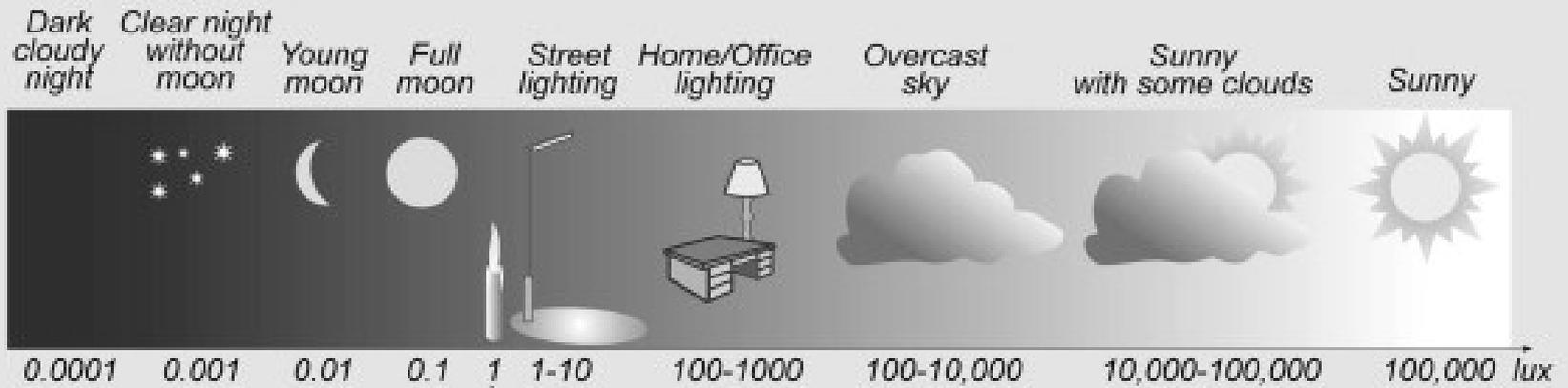
500 lumen

100 cm²



500 lumen

500 cm²



lux definition:
 1 candle illumination
 on 1 m² area from 1m distance

Typical illumination levels

In fisica la **legge di Lambert** riguarda l'illuminamento di una superficie posta a una certa distanza da una sorgente luminosa.

Essa afferma che l'illuminamento prodotto da una sorgente su una superficie è direttamente proporzionale all'intensità luminosa della sorgente e al coseno dell'angolo che la normale alla superficie forma con la direzione dei raggi luminosi ed è inversamente proporzionale al quadrato della distanza dalla sorgente

Da questa relazione deriva **la legge dell'inverso del quadrato delle distanze.**

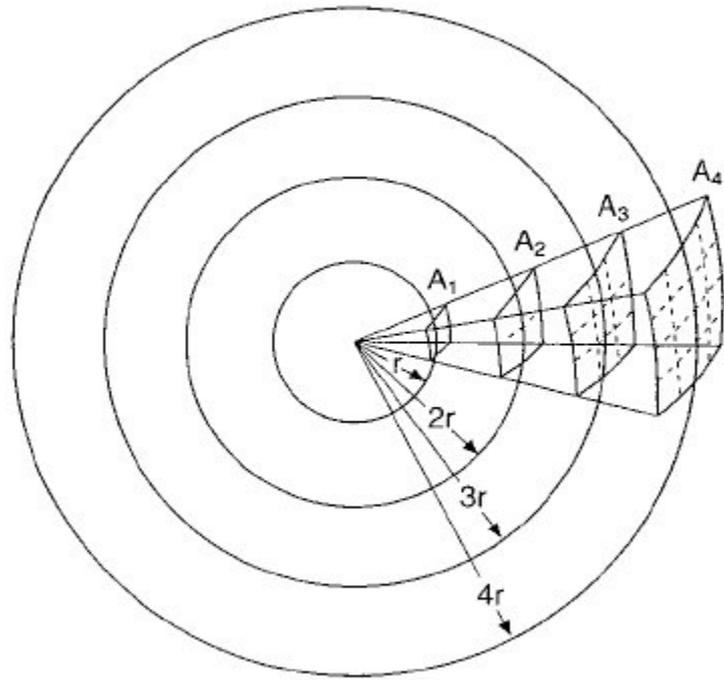


L'illuminazione prodotta dalla sorgente di luce puntiforme, che irradia uniformemente in tutte le direzioni, segue la **Legge dell'inverso del quadrato**.

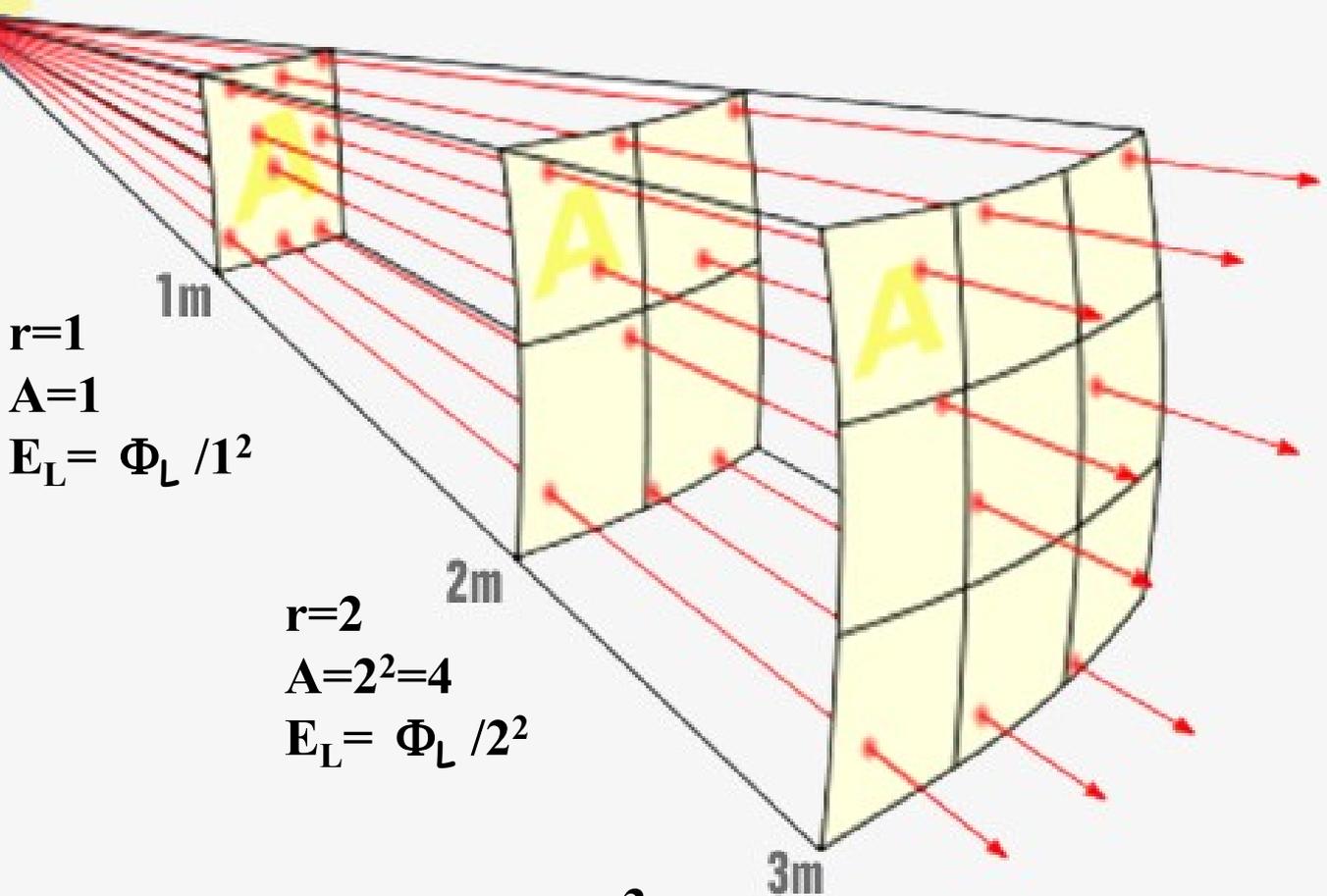
Essa esprime il fatto che il quantitativo di energia che passa attraverso l'unità di area diminuisce con la distanza dalla sorgente.

La potenza totale irradiata da una sorgente in tutte le direzioni (nell'intero angolo solido) rimane costante, mentre l'area totale della sfera cresce con il quadrato del raggio.

Così, la potenza per unità di area decresce – come mostrato nella figura.



sorgente luminosa



$r=1$
 $A=1$
 $E_L = \Phi_L / 1^2$

$r=2$
 $A=2^2=4$
 $E_L = \Phi_L / 2^2$

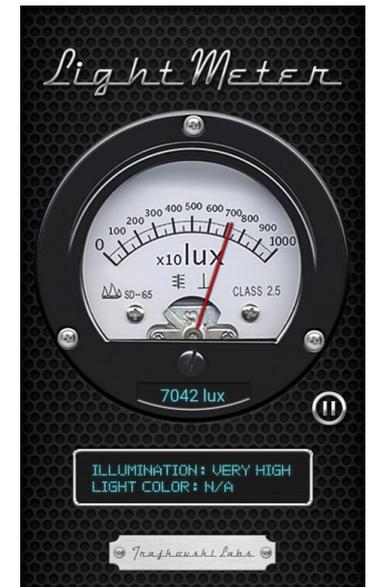
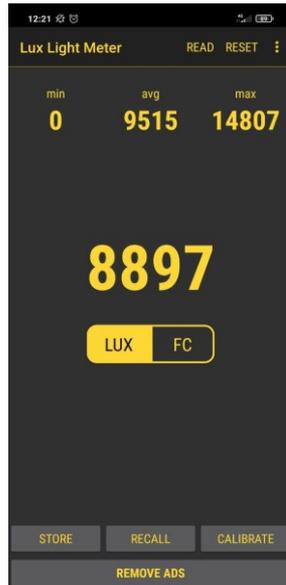
$r=3$
 $A=3^2=9$
 $E_L = \Phi_L / 3^2$

Esperienza

- Verifica della legge della legge dell'inverso della distanza al quadrato

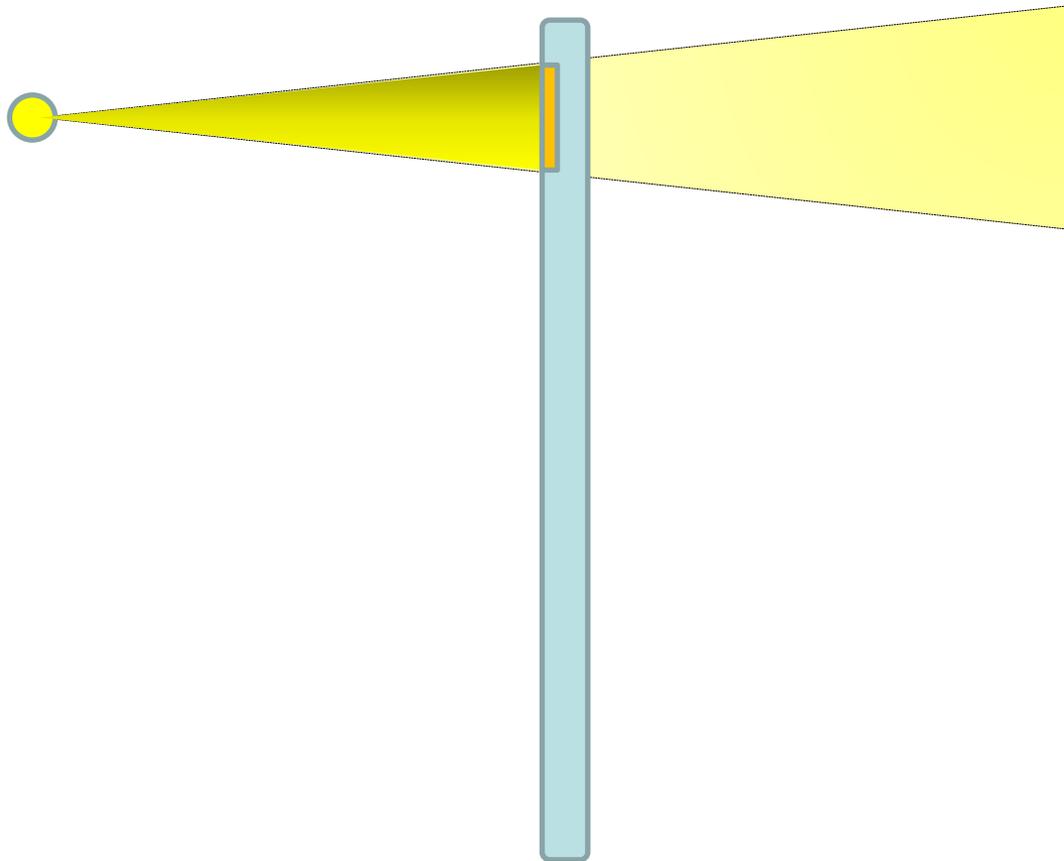
Strumentazione e materiale a disposizione

- Sorgente luminosa (con alimentatori, cavetti, basette, supporti...)
- Banco ottico
- Metro
- Luxmetro (sensore misuratore dell'illuminamento) - smartphone
- Scheda di lavoro e carta millimetrata



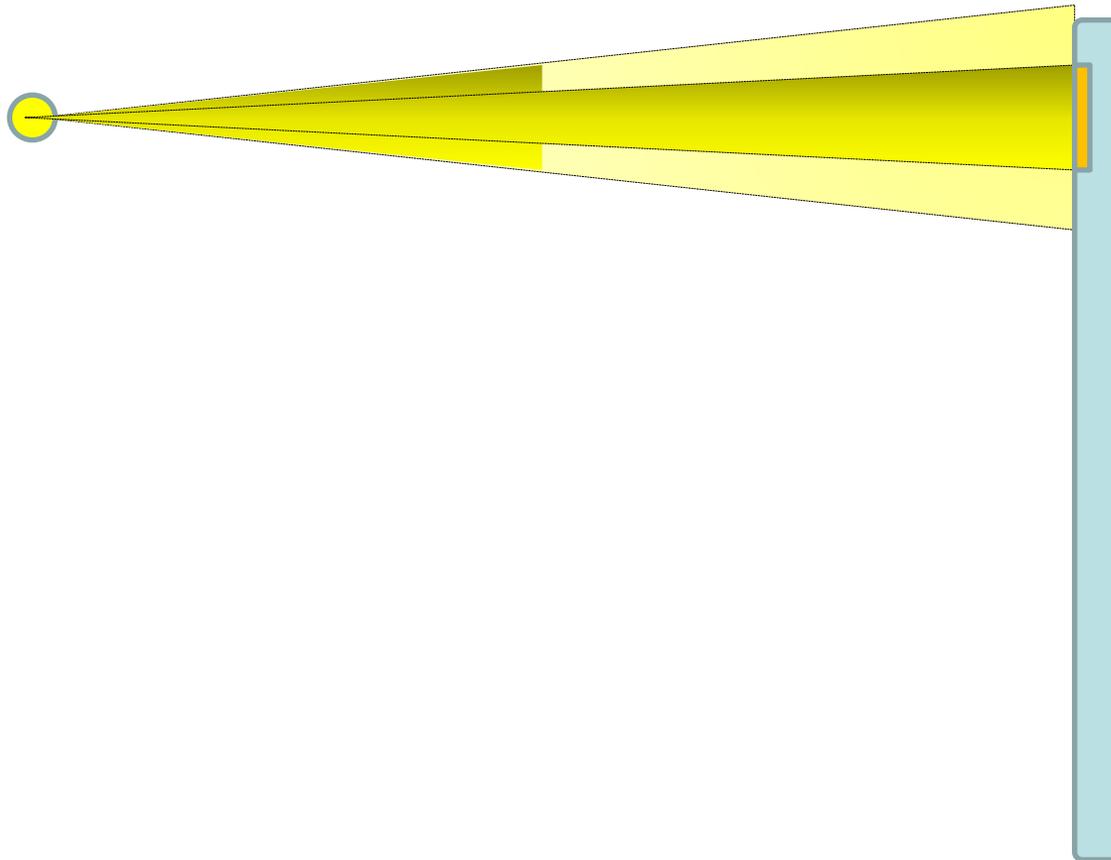
Operazioni preliminari

- Individuare la regione dello smartphone sensibile alla luce (sensore)
- Allineare la sorgente con il sensore (utilizzando se necessario un tubo di cartoncino nero)
- Fissare una distanza (e misurarla)
- Prendere nota del valore dell'illuminamento



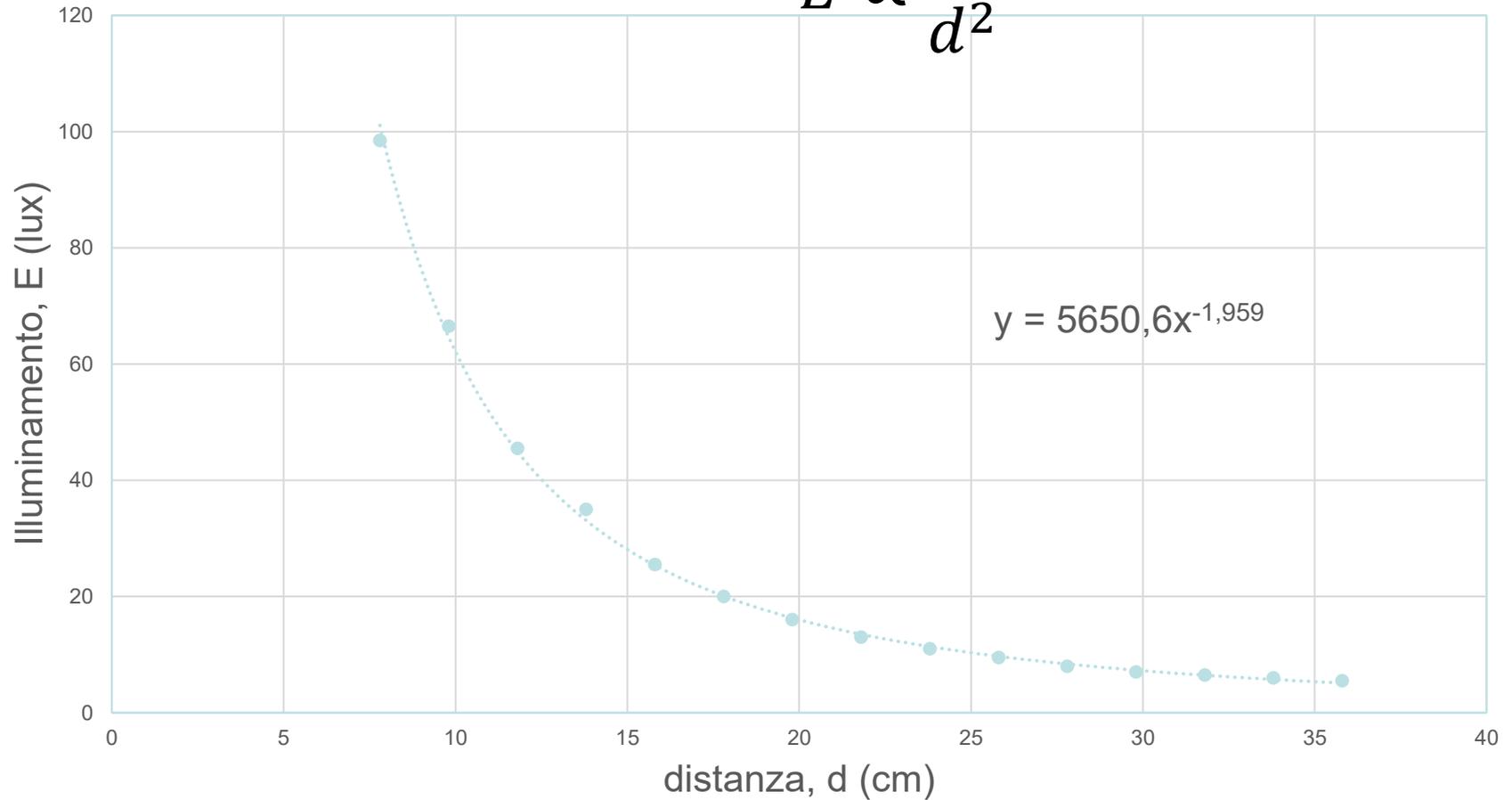
Procedimento di misura

- Variare sistematicamente la distanza sorgente-sensore
- Prendere nota dei valore dell'illuminamento e riportarli in tabella
- Riportare in un grafico l'illuminamento in funzione della distanza
- Riportare in un grafico l'illuminamento in funzione dell'inverso della distanza al quadrato

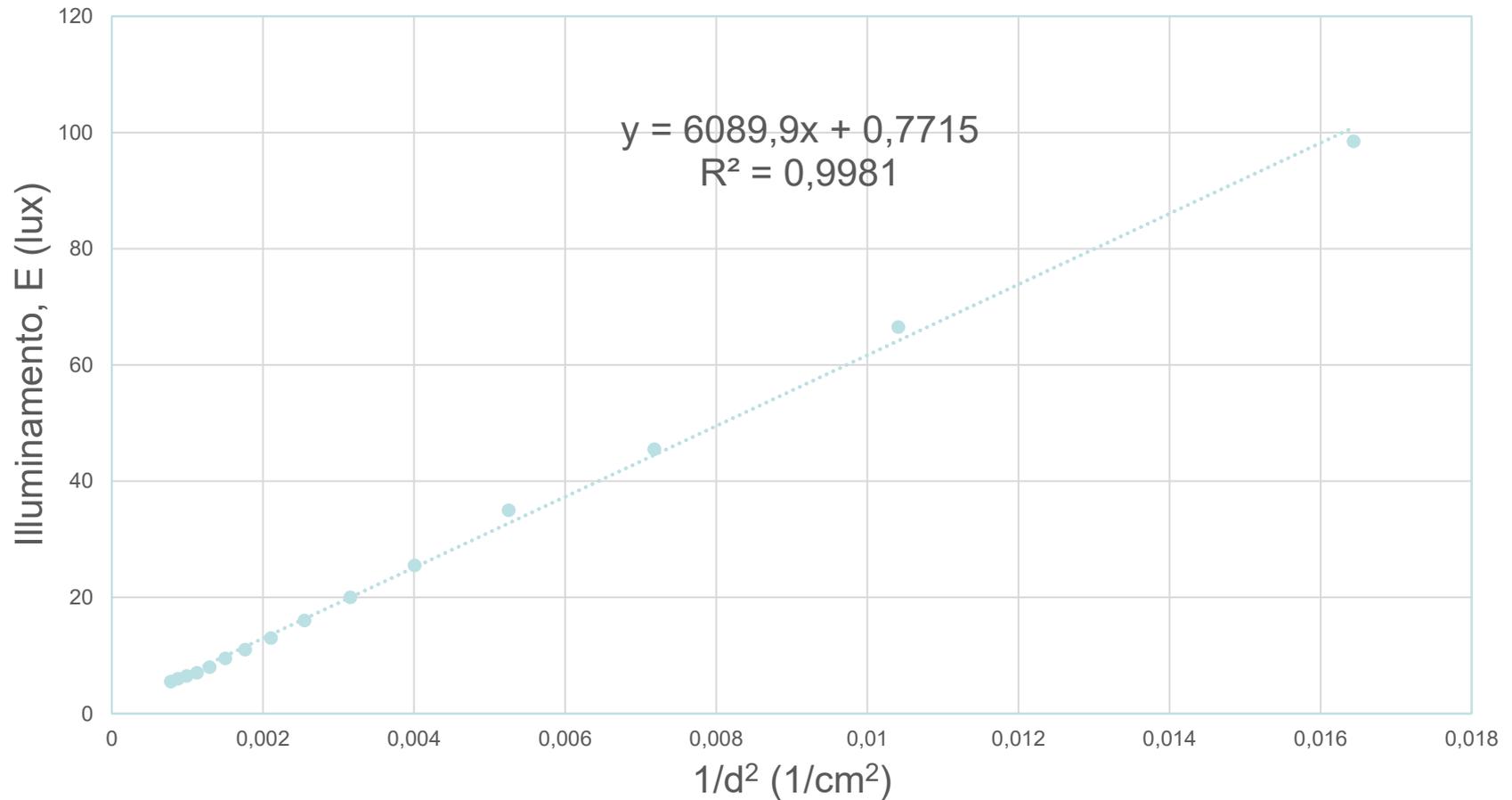


Illuminamento in funzione della distanza

$$E \propto \frac{1}{d^2}$$

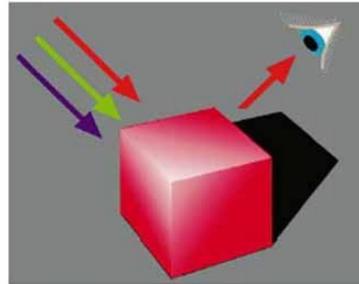


Illuminamento in funzione dell'inverso del quadrato della distanza

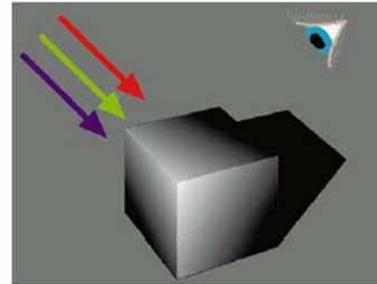


Assorbimento della radiazione luminosa in un mezzo otticamente “trasparente”

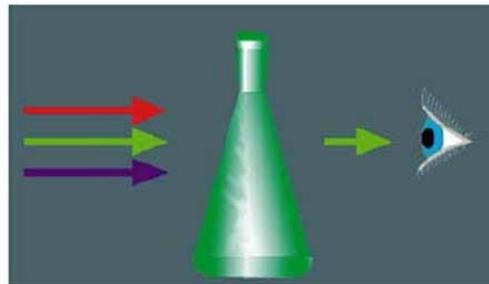
Quando la radiazione arriva su un mezzo materiale può essere:
riflessa, trasmessa o assorbita.



Riflessione



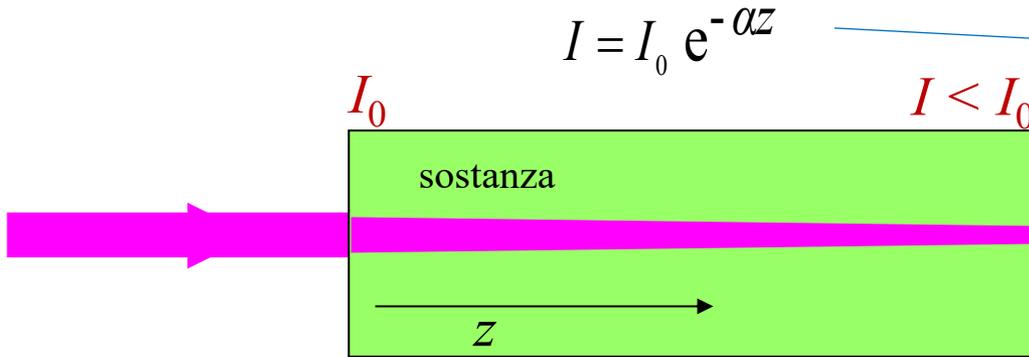
Assorbimento



Trasmissione

L'assorbimento

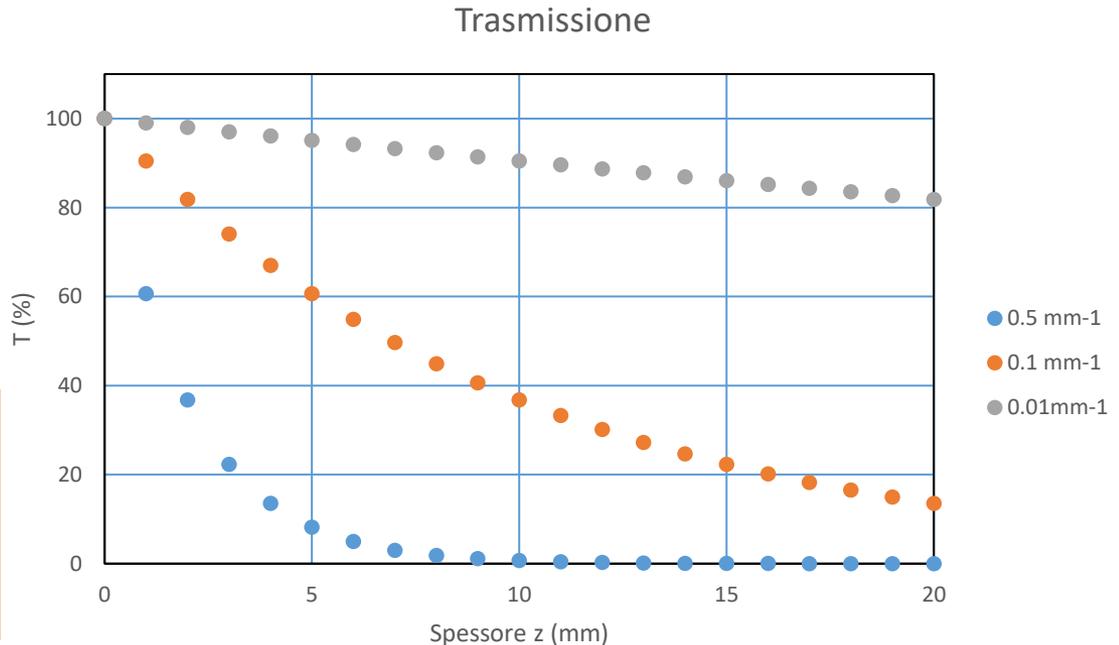
Come varia l'intensità della radiazione che attraversa il materiale?



coefficiente di assorbimento
(caratteristico della sostanza)

Legge di Lambert-Beer

$$T = \frac{I}{I_0} \times 100 = e^{-\alpha z} \times 100$$



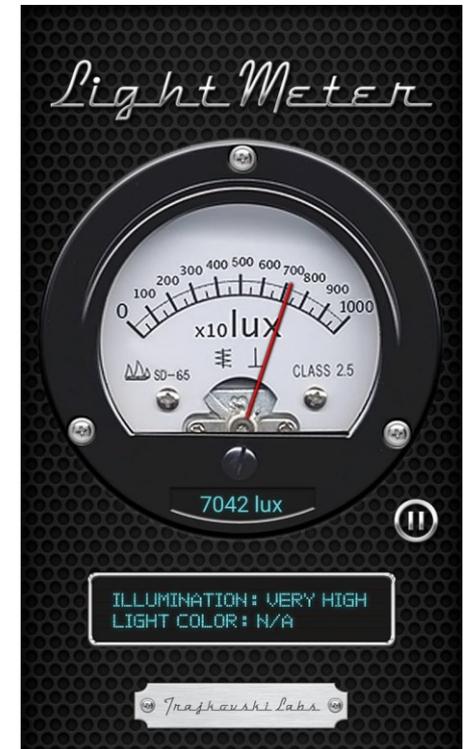
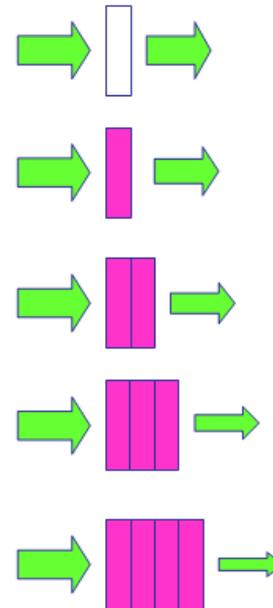
https://phet.colorado.edu/sims/html/beers-law-lab/latest/beers-law-lab_all.html

Esperienza

- Studio dell'assorbimento della radiazione luminosa in un mezzo otticamente trasparente al variare del suo spessore

Strumentazione e materiale a disposizione

- Sorgente luminosa (torcia dello smartphone)
- Luxmetro (sensore misuratore dell'illuminamento)
- Nastro adesivo/lastrine
- Supporti, metro,
- Scheda di lavoro e carta millimetrata



NOTA: l'intensità per unità di superficie non cambia durante l'esperimento (la distanza sorgente-sensore è costante) pertanto Intensità ed illuminamento sono proporzionali e ai fini della legge di Lambert Beer possono essere considerati intercambiabili

Operazioni preliminari

- Individuare la regione dello smartphone sensibile alla luce (sensore)
- Allineare la sorgente con il sensore (disporre lo smartphone orizzontalmente)
- Fissare una distanza (e misurarla)
- Prendere nota del valore dell'illuminamento



Procedimento di misura

- Coprire il sensore di luce con delle lastre o con del nastro adesivo aumentando progressivamente il numero di strati (N) e facendo attenzione a non formare bolle d'aria
- Prendere nota dei valore dell'illuminamento e riportarli in tabella
- Riportare in un grafico l'illuminamento in funzione del numero di strati o dello spessore
- Stimare il valore del coefficiente di assorbimento



