

## Misura dell'attenuazione della luce

### **Cos'è la luce (visibile)?**

La luce visibile è una piccola frazione della radiazione elettromagnetica compresa nell'intervallo di lunghezze d'onda tra i 400 nm e i 700 nm.

### **Da dove proviene la luce?**

Qualsiasi corpo in grado di emettere onde elettromagnetiche nel campo del visibile lo denominiamo genericamente “ sorgente di luce “

### **Di cos'è fatta la luce?**

La luce è costituita da fotoni: un fotone è una particella priva di massa dotata di energia (per esempio il fotone blu ha  $E=4.4 \cdot 10^{-19}$  J) che si muove a velocità  $c$  nel vuoto ( $c=3 \cdot 10^8$  m/s). I fotoni sono indivisibili.

Ed ecco a voi 3 definizioni importanti:

- Intensità luminosa (I): Energia della radiazione emessa per unità di tempo e di angolo solido, si misura in candele (cd)
- Flusso luminoso ( $\Phi$ ): Potenza emessa in un angolo solido, si misura in lumen,  $1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$
- Illuminamento (E): Potenza per unità di area che attraversa una superficie perpendicolare alla direzione di propagazione della radiazione, si misura in lux (lx).  $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$

### **Legge di Lambert-Beer**

Consideriamo un fascio di luce monocromatica di intensità  $I_0$  che viaggia parallelo all'asse di riferimento che attraversa uno strato di materiale semitrasparente di spessore  $\Delta x$ . Abbiamo che l'andamento dell'intensità in funzione dello spessore è:  $I(\Delta x) = I_0 e^{-\alpha \Delta x}$

In cui con  $\alpha$  si indica il coefficiente di attenuazione (o assorbimento).

$\alpha$  dipende dalla trasparenza del materiale ovvero da quanti fotoni lascia passare. Dimensionalmente,  $\alpha$  ha le dimensioni dell'inverso di una distanza  $\alpha = [1/\text{m}]$ . In questo esperimento porremo  $\Delta x =$  spessore di un singolo foglio come unità arbitraria

## ADESSO PASSIAMO ALL'ESPERIMENTO

**OBIETTIVO:** Ottenere il coefficiente di attenuazione della luce.

### STRUMENTI:

- 1 smartphone con misuratore di luminosità (con sensibilità del luxmetro pari a 1)
- L' applicazione Phyphox
- 5-6 Buste trasparenti per raccoglitori ad anelli dello stesso tipo
  - Una lampada da scrivania / comodino
  - Una stanza abbastanza buia
  - Un tavolo / una scrivania

### PROCEDIMENTO

1. Accendere una lampada accanto alla scrivania dove avverrà l'esperimento
2. Dopo almeno 10 minuti accendere il telefono e aprire l'app Phyphox
3. Andare nella sezione *luce*
4. Far sì che la camera in cui si farà l'esperimento sia più buia possibile e tener accesa solo la lampada del punto 1
5. Mettere il telefono sulla scrivania con la lampada(sorgente di luce) che deve emettere luce verso il telefono
6. Avviare la misura della luce facendo click sul triangolino in alto a destra dello schermo
7. Dopo qualche secondo mettere una busta crystal sulla parte superiore del telefono e dopo qualche secondo ripetere il punto 7 e così via un po di volte( 6 buste crystal in tutto, quindi 6 volte il passaggio 7, sono sufficienti)
8. Esportare i dati ottenuti su un file excel facendo click sui 3 puntini in alto a destra
9. Calcolare il coefficiente di attenuazione della luce con la formula:

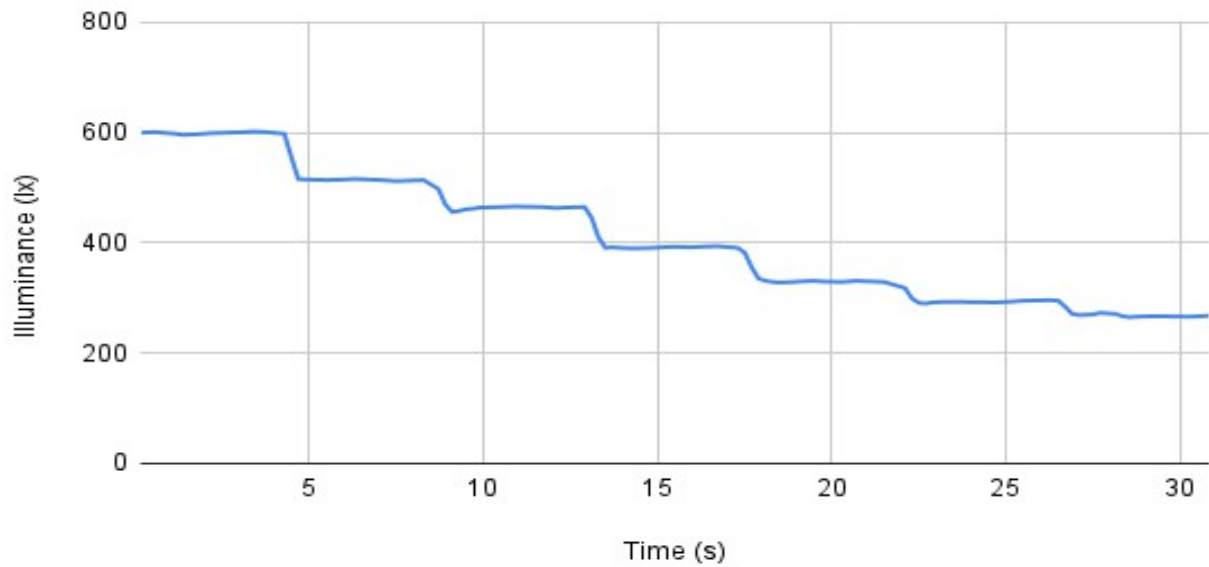
$$\alpha = 1 - I_{\text{sper}}(\Delta x_{j+1})/I_{\text{sper}}(\Delta x_j)$$

**Il punto 9 verrà successivamente ripreso nella spiegazione dell'esperimento da me svolto**

## ESPERIMENTO

Il grafico dei miei dati ottenuti in relazione al tempo è:

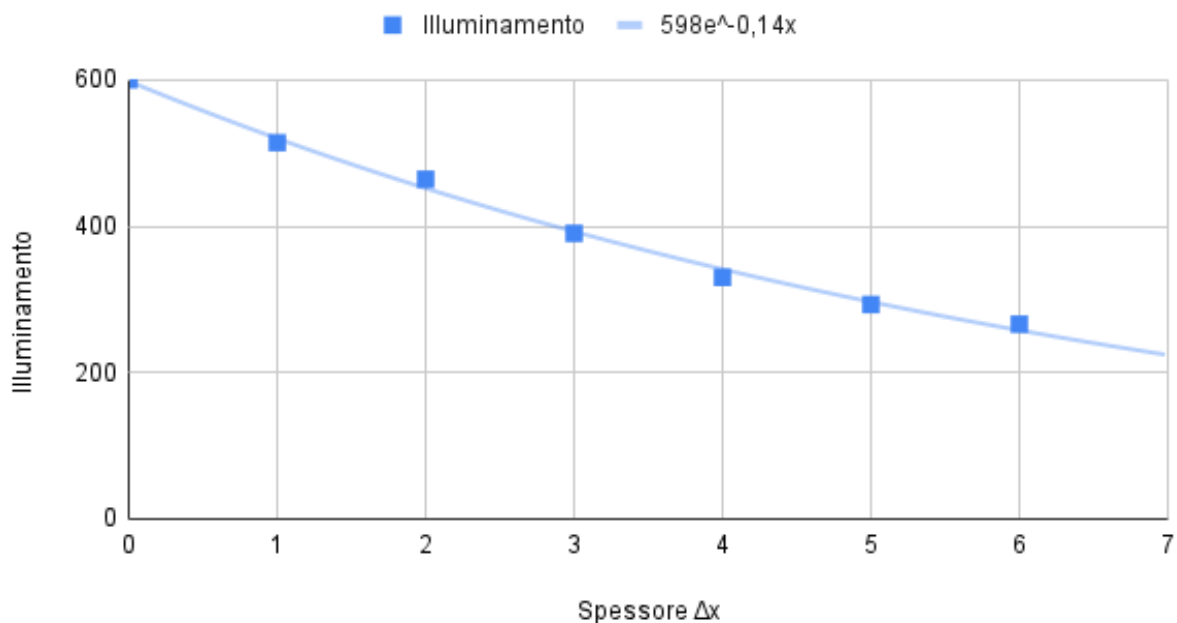
Illuminance (lx) rispetto a Time (s)



I		$\Delta I$
600	$\pm$	2
514	$\pm$	2
470	$\pm$	28
392	$\pm$	2
350	$\pm$	32
280	$\pm$	16

Il grafico dei miei dati ottenuti in relazione al totale di buste crystal utilizzate è:

## Illuminamento rispetto a Spessore $\Delta x$



I dati che ottenuti in sintesi sono:

Spessore $\Delta x$	Illuminamento(lx)
0	600
1	514
2	464
3	390
4	330
5	293
6	266

Adesso, per finire l'esperimento e quindi per ottenere il coefficiente di attenuazione della luce, mi basta utilizzare la formula:

$$\alpha = 1 - \frac{I_{\text{sper}}(\Delta x_{j+1})}{I_{\text{sper}}(\Delta x_j)} \quad I_{\text{sper}} = \text{intensità sperimentale}$$

Ovvero, devo sottrarre a 1 il quoziente tra un valore di illuminamento qualsiasi( si può scegliere uno dal secondo ottenuto in poi) e il valore d'illuminamento relativo ad'uno spessore inferiore di 1 rispetto a quello relativo il numeratore. Quindi, possiamo fare per esempio

$$\alpha_{1-0} = 1 - 514/600 = 0,143 \text{ m}^{-1}$$

Facciamo così con tutti i valori d'illuminamento ottenuti e facciamo la media dei vari valori dei coefficienti di attenuazione della luce. Quindi

$$\begin{aligned} \alpha_{1-0} &= 1 - 514/600 = 0,143 \text{ m}^{-1} & \alpha_{4-3} &= 1 - 330/390 = 0,153 \text{ m}^{-1} \\ \alpha_{2-1} &= 1 - 464/514 = 0,097 \text{ m}^{-1} & \alpha_{5-4} &= 1 - 293/330 = 0,112 \text{ m}^{-1} \\ \alpha_{3-2} &= 1 - 390/464 = 0,159 \text{ m}^{-1} & \alpha_{6-5} &= 1 - 266/293 = 0,092 \text{ m}^{-1} \end{aligned}$$

$$\alpha_f = (\alpha_{1-0} + \alpha_{2-1} + \alpha_{3-2} + \alpha_{4-3} + \alpha_{5-4} + \alpha_{6-5})/6 = 0,126 \text{ m}^{-1} \pm 0,0335 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{semidisersione: } (0,159 - 0,092)/2 = 0,0335 \text{ m}^{-1}$$

***oppure***

possiamo ottenere il valore di  $\alpha$  con il fit esponenziale (guardare ultimo grafico).  
In questo caso il valore di  $\alpha$  è 0,14

### CONCLUSIONI E PROPOSTE PER IL FUTURO

Con questa relazione vi ho dimostrato che l'illuminamento in funzione di  $\Delta x$  è una funzione esponenziale e inoltre abbiamo imparato come ottenere il coefficiente di attenuazione della luce mediante un esperimento. Ma cosa succederebbe se cambiassimo lampadina, buste crystal o entrambe? Nel primo caso cambierebbero solo i dati ottenuti inizialmente (quelli relativi all'illuminamento) perché il coefficiente di attenuazione della luce dipende solo dagli strati semitrasparenti disposti sul sensore di luminosità, mentre nel secondo e nel terzo cambierebbero sia i dati sia il valore del coefficiente di attenuazione della luce.