

MISURA DELL'ATTENUAZIONE DELLA LUCE

OBIETTIVO

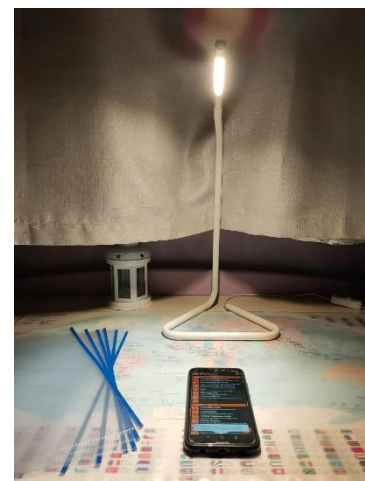
L'obiettivo dell'esperimento consiste nel riuscire a misurare il **coefficiente di attenuazione della luce (α)**, studiando la relazione tra l'intensità della sorgente (I_0) e l'intensità della sorgente filtrata ($I_{(\Delta x)}$). La Legge di Lambert-Beer ci permette infatti una volta ottenuti sperimentalmente i valori di I_0 e $I_{(\Delta x)}$ di ottenere α , che dipende dalla trasparenza del materiale ovvero da quanti fotoni lascia passare.

$$I(\Delta x) = I_0 e^{-\alpha \Delta x}$$

In questo esperimento come Δx poniamo il valore arbitrario dello spessore di ogni singolo foglio che andremo ad utilizzare per attenuare l'intensità della luce.

STRUMENTI UTILIZZATI

- Smartphone con misuratore di luminosità (LUXOMETRO) la cui sensibilità è 2 lux
- L' applicazione Phyphox
- 6 Buste trasparenti per raccogliitore ad anelli (dello stesso tipo)
- Una lampada da scrivania
- Una stanza il più buia possibile
- Un appoggio (tavolo, scrivania...)



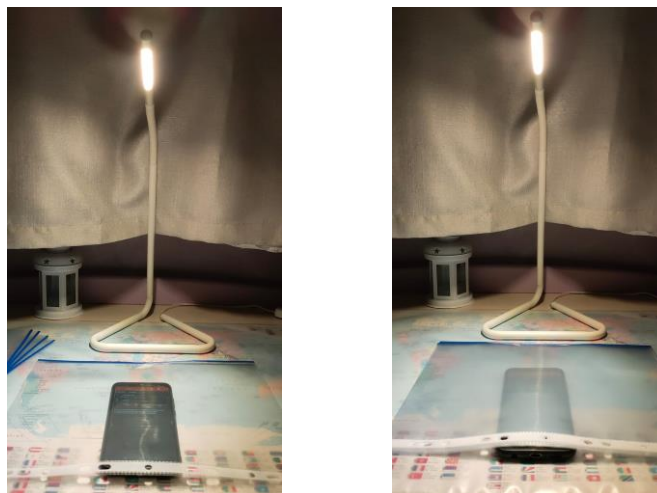
PROCEDIMENTO

La prima parte dell'esperimento consiste nel misurare l'attenuazione della luce utilizzando l'applicazione Phyphox per smartphone. Dunque per svolgere l'esperimento è necessario posizionare, in una stanza sufficientemente buia, il cellulare sotto ad una sorgente di luce (es. una lampada da scrivania) e aprire l'applicazione, andando a scegliere come opzione: LUCE.

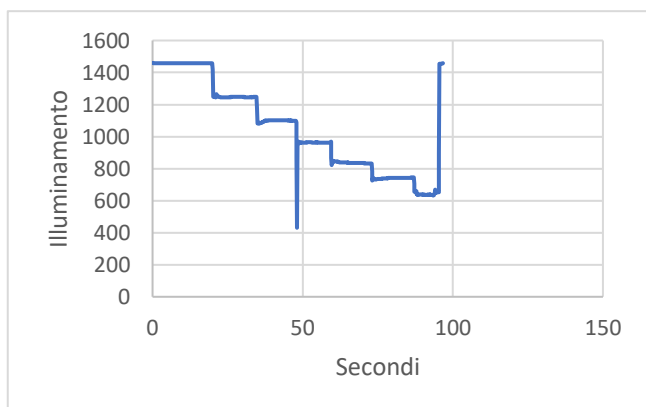
Inizialmente occorre ricavare la sensibilità del sensore di luminosità andando ad avvicinare progressivamente il sensore alla sorgente di luce e osservando se vi è un intervallo regolare tra i valori percepiti dal sensore, cercando così di dedurre in modo indiretto la sua sensibilità. Dopodichè può iniziare l'esperimento vero e proprio che consiste nel



posizionare progressivamente le buste crystal sopra al sensore di luminosità che nel frattempo grazie all'applicazione sta misurando l'attenuazione della luce.



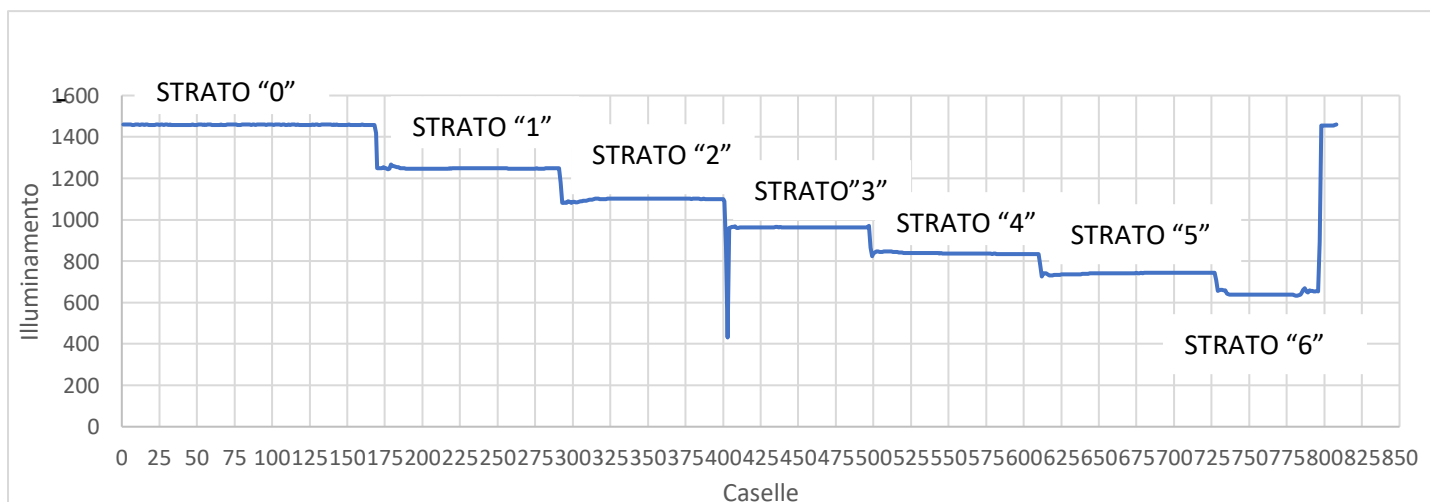
Una volta che si sono posizionate tutte e sei le buste, la parte pratica dell'esperimento è conclusa, perciò l'applicazione dovrebbe mostrare un grafico dove sono osservabili sei "scalini".



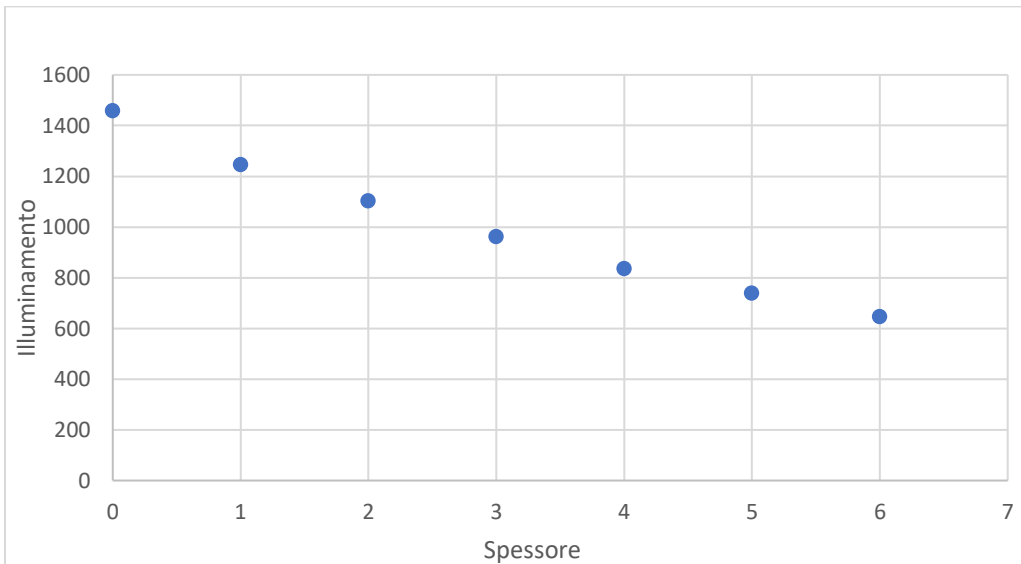
Per l'elaborazione dei dati è necessario esportare i valori ottenuti in un file excel, dove è poi possibile convertirli in un grafico che ci mostri l'illuminamento in funzione del tempo.

Per sfruttare la Legge di Lambert-Beer ed ottenere il coefficiente di attenuazione della luce (α), occorre ricavare l'illuminamento in funzione dello spessore. Questo è possibile seguendo tali passaggi:

- Ricavare il grafico dell'illuminamento in funzione delle caselle



- Per ogni strato ricavare il valore medio dell'illuminamento e la relativa semidispersione
- Utilizzando i valori ottenuti creare il grafico dell'illuminamento in funzione dello spessore (Δx).

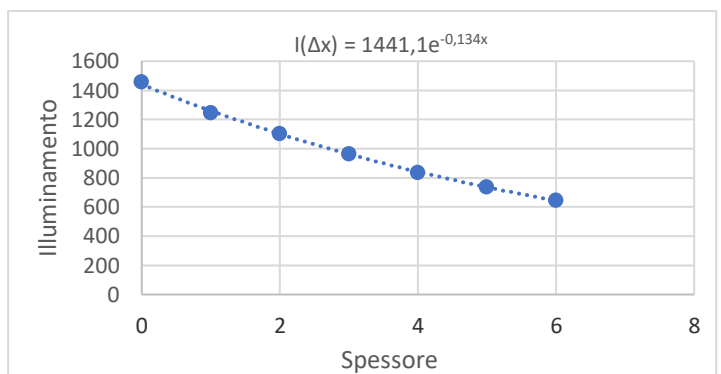


Dopodichè per ottenere il valore del coefficiente di attenuazione della luce vi sono diversi modi:

- Utilizzando il best fit esponenziale di excel

$$I(\Delta x) = I_0 e^{-\alpha \Delta x}$$

$$I(\Delta x) = 1441,1e^{-0,134\Delta x}$$



- Sfruttando la seguente approssimazione: $e^{-\alpha} \approx 1 - \alpha$ (che può essere utilizzata con α molto piccoli) dalla quale è possibile ricavare la seguente formula:

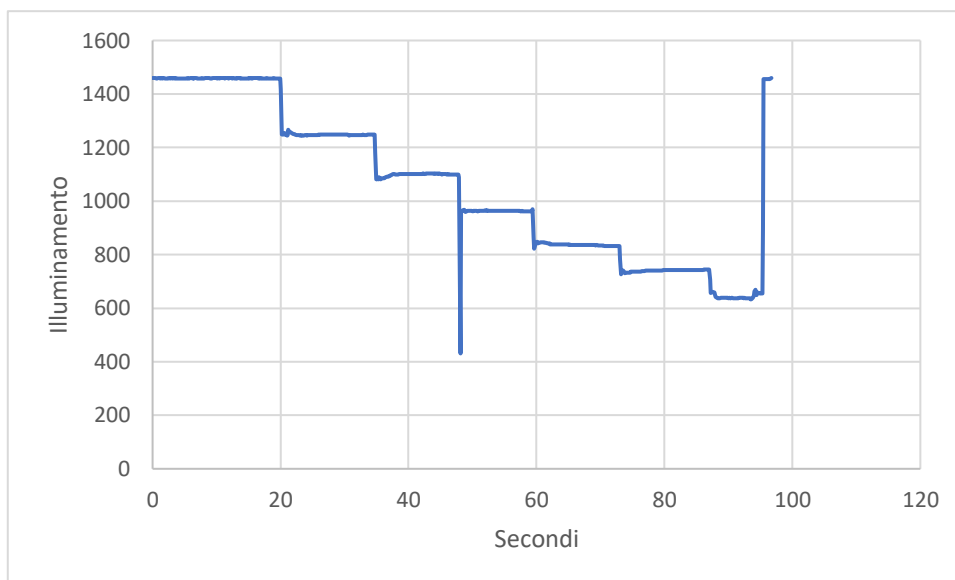
$$\alpha = 1 - \frac{I_{sper}(\Delta x_{j+1})}{I_{sper}(\Delta x_j)}$$

- Utilizzando la linearizzazione mediante logaritmo:

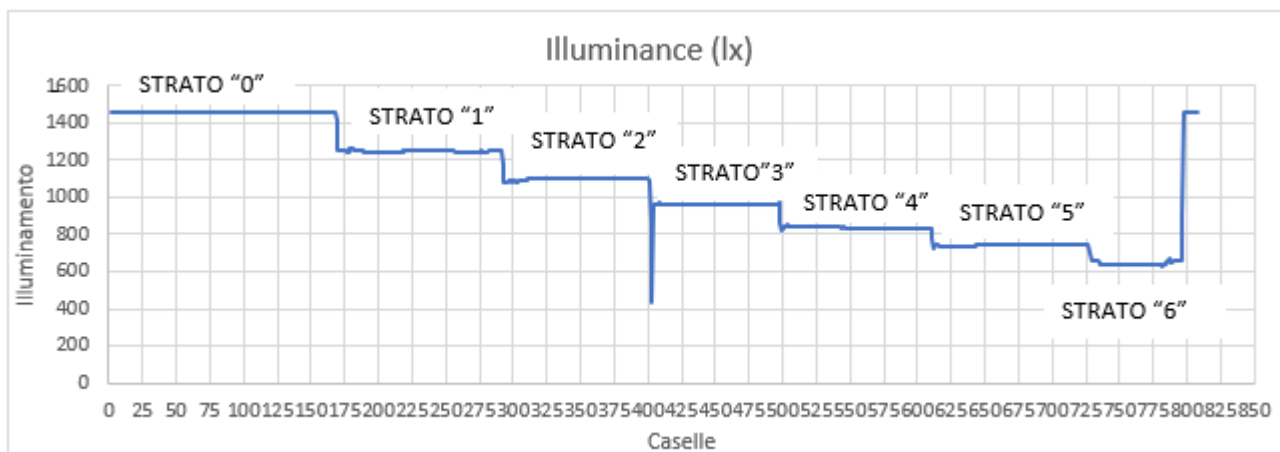
$$I(\Delta x) = I_0 e^{-\alpha \Delta x} \quad \rightarrow \quad \frac{I(\Delta x)}{I_0} = e^{-\alpha \Delta x} \quad \rightarrow \quad \log_e \frac{I(\Delta x)}{I_0} = \log_e e^{-\alpha \Delta x}$$

$$\alpha_j = \frac{-1}{\Delta x_j} \log \frac{I(\Delta x_j)}{I_0}$$

ILLUMINAMENTO IN FUNZIONE DEL TEMPO



ILLUMINAMENTO IN FUNZIONE DELLE CASELLE

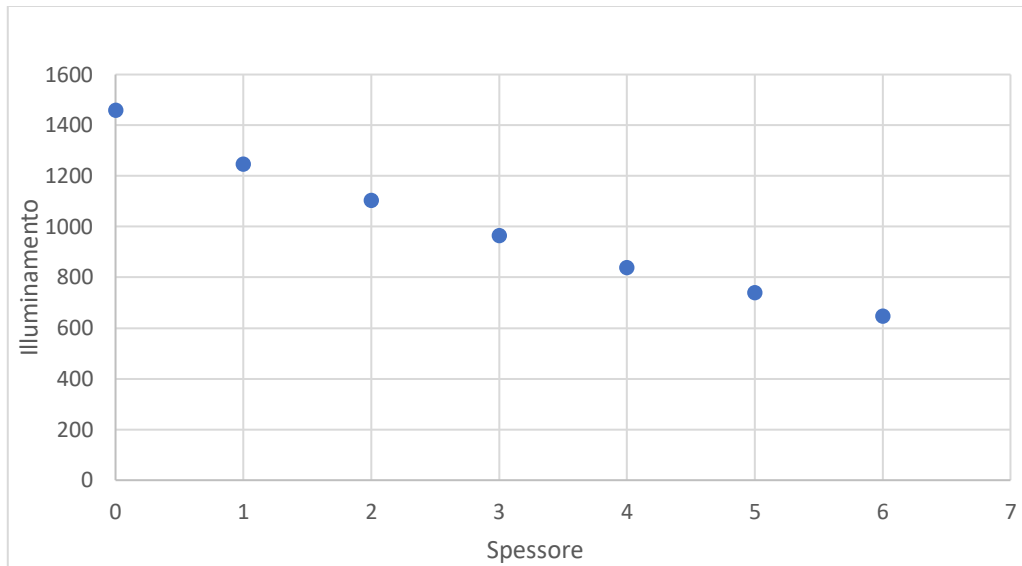


ILLUMINAMENTO	MEDIA (Lux)		SEMIDISPERSIONE (Lux)	INCERTEZZA (Lux)	VALORE MINIMO (Lux)	VALORE MASSIMO (Lux)
l_0	1458	±	1	2	1457	1459
l_1	1245	±	1	2	1245	1247
l_2	1102	±	1	2	1101	1103
l_3	962	±	1	2	961	963
l_4	836	±	3	3	833	839
l_5	738	±	5	5	733	743
l_6	646	±	9	9	637	656

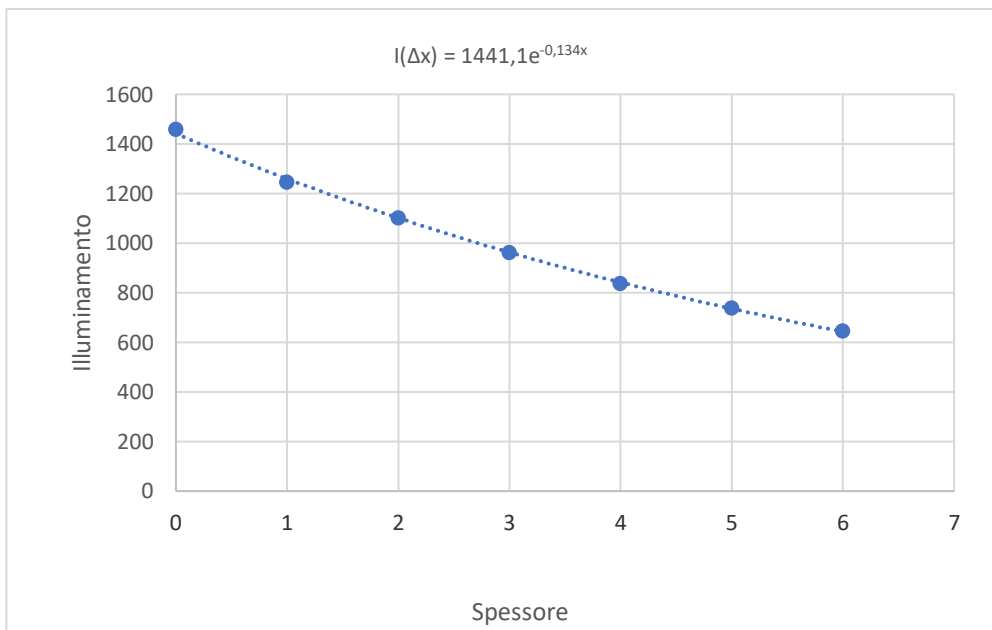
Formula semidispersione:
$$\Delta x = \frac{(x_{\max} - x_{\min})}{2}$$

ATTENZIONE: Come incertezza viene preso il valore più grande tra la semidispersione calcolata e la sensibilità dello strumento utilizzato.

ILLUMINAMENTO IN FUNZIONE DELLO SPESSORE



BEST FIT ESPONENZIALE



$$I(\Delta x) = I_0 e^{-\alpha \Delta x}$$

$$I(\Delta x) = 1441,1e^{-0,134\Delta x}$$

$$\alpha = 0,134 \text{ m}^{-1}$$

SOLUZIONE APPROSSIMATA

VALORE MEDIO I (Lux)	$I(x\Delta j+1)/I(x\Delta j)$	α APPROSSIMATO (m^{-1})
1458		
1245	0,85	0,146
1102	0,89	0,115
962	0,87	0,127
836	0,87	0,131
738	0,88	0,117
646	0,88	0,125

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

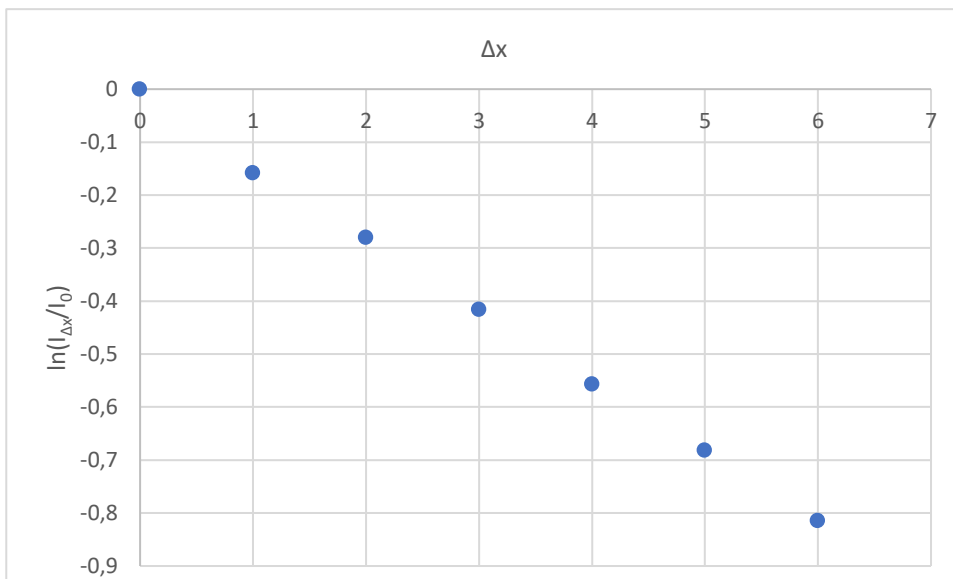
VALORE MEDIO DI $\alpha = 0,126 \text{ m}^{-1}$

$$\text{SEMIDISPERSIONE} = \frac{0,146 - 0,115}{2} = 0,016 \text{ m}^{-1}$$

LINEARIZZAZIONE MEDIANTE LOGARITMO

VALORE MEDIO I (Lux)	Δx	$\ln(I_{\Delta x}/I_0)$	$\alpha \text{ (m}^{-1}\text{)}$
1458	0	0	
1245	1	-0,15793	0,15793
1102	2	-0,27994	0,139969
962	3	-0,41581	0,138602
836	4	-0,55619	0,139048
738	5	-0,68088	0,136175
646	6	-0,81402	0,13567

$$\alpha_j = \frac{-1}{\Delta x_j} \log \frac{I(\Delta x_j)}{I_0}$$



VALORE MEDIO DI $\alpha = 0,141 \text{ m}^{-1}$

SEMIDISPERSIONE $\alpha = 0,011 \text{ m}^{-1}$

RIEPILOGO VALORI DI α OTTENUTI

α FIT ESPONENZIALE	$0,134 \text{ m}^{-1}$
α APPROSSIMAZIONE	$(0,126 \pm 0,016) \text{ m}^{-1}$
α LINEARIZZAZIONE	$(0,141 \pm 0,011) \text{ m}^{-1}$

CONCLUSIONI E PROPOSTE PER IL FUTURO

Con questo esperimento è stato possibile misurare il coefficiente di attenuazione della luce in tre modi differenti, constatando che, tenendo conto dell'errore sulle misure, i valori ottenuti risultano compatibili tra loro. Inoltre con questo esperimento siamo riusciti a dimostrare l'andamento esponenziale che lega l'illuminamento e lo spessore.

Se ipotizzassimo di cambiare lampadina, continuando ad usare le stesse buste crystal, i valori dell'intensità della luce percepiti dal sensore varierebbero, ma il coefficiente di attenuazione

rimarrebbe costante. Questo perché il valore del coefficiente di attenuazione della luce dipende solo dalla trasparenza del materiale utilizzato e dunque da quanti fotoni lascia passare.