

MISURA DELLE LUNGHEZZE D'ONDA DELLO SPETTRO DEL CADMIO**Scopo dell'esperienza:**

Quando un fronte di onde non monocromatiche passa attraverso un reticolo di diffrazione, le varie componenti della luce vengono disperse in maniera diversa in base alla lunghezza d'onda.

Analizzando lo spettro di dispersione di una lampada al cadmio, determineremo la lunghezza d'onda delle sue componenti visibili.

Risultati e analisi dati:

Dalla relazione $\sin(\theta_m) = \frac{m\lambda}{p}$, abbiamo misurato gli angoli ai quali si rilevava un massimo di

interferenza per ciascuno dei colori visibili. Plottando il seno di questi valori con i rispettivi ordini su un grafico, dalla pendenza è possibile ricavare la lunghezza d'onda della componente luminosa.

DATI MISURATI

Misura dell'asse ottico dello strumento : A – 314°28'; B --134°28'

Blu scuro							
Gradi A	Gradi B	Minuti A	Minuti B	θ_A	θ_B	Media	θ
303	123	46	50	303,7667	123,8333	213,8	-10,666667
305	126	58	0	305,9667	126,0000	215,983333	-8,483333
308	128	4	6	308,0667	128,1000	218,083333	-6,383333
310	130	10	16	310,1667	130,2667	220,216667	-4,250000
312	132	22	24	312,3667	132,4000	222,383333	-2,083333
316	136	36	38	316,6000	136,6333	226,616667	2,150000
318	138	46	52	318,7667	138,8667	228,816667	4,350000
320	140	54	50	320,9000	140,8333	230,866667	6,400000
323	143	0	0	323,0000	143,0000	233	8,533333
325	145	10	10	325,1667	145,1667	235,166667	10,700000

Blu chiaro							
Gradi A	Gradi B	Minuti A	Minuti B	θ_A	θ_B	Media	θ
303	123	30	32	303,5000	123,5333	213,516667	-10,950000
305	125	42	46	305,7000	125,7667	215,733333	-8,733333
307	127	56	56	307,9333	127,9333	217,933333	-6,533333
310	130	6	10	310,1000	130,1667	220,133333	-4,333333
312	132	18	20	312,3000	132,3333	222,316667	-2,150000
316	136	40	42	316,6667	136,7000	226,683333	2,216667
318	138	50	50	318,8333	138,8333	228,833333	4,366667
321	141	2	4	321,0333	141,0667	231,05	6,583333
323	143	10	12	323,1667	143,2000	233,183333	8,716667
325	145	30	30	325,5000	145,5000	235,5	11,033333

Verde							
Gradi A	Gradi B	Minuti A	Minuti B	θ_A	θ_B	Media	θ
302	122	50	54	302,8333	122,9000	212,866667	-11,600000

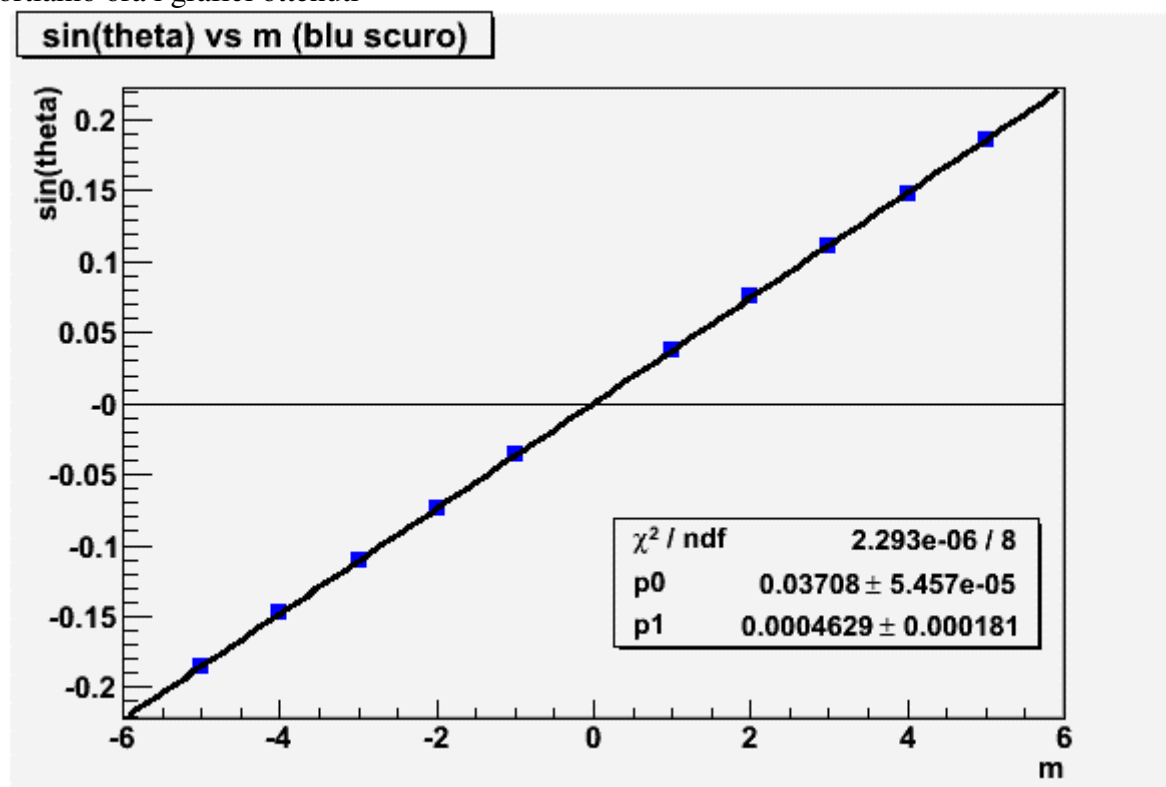
Studenti GIUSEPPE PIRRUCCIO(545480) e MATTEO SANDRI(546088)

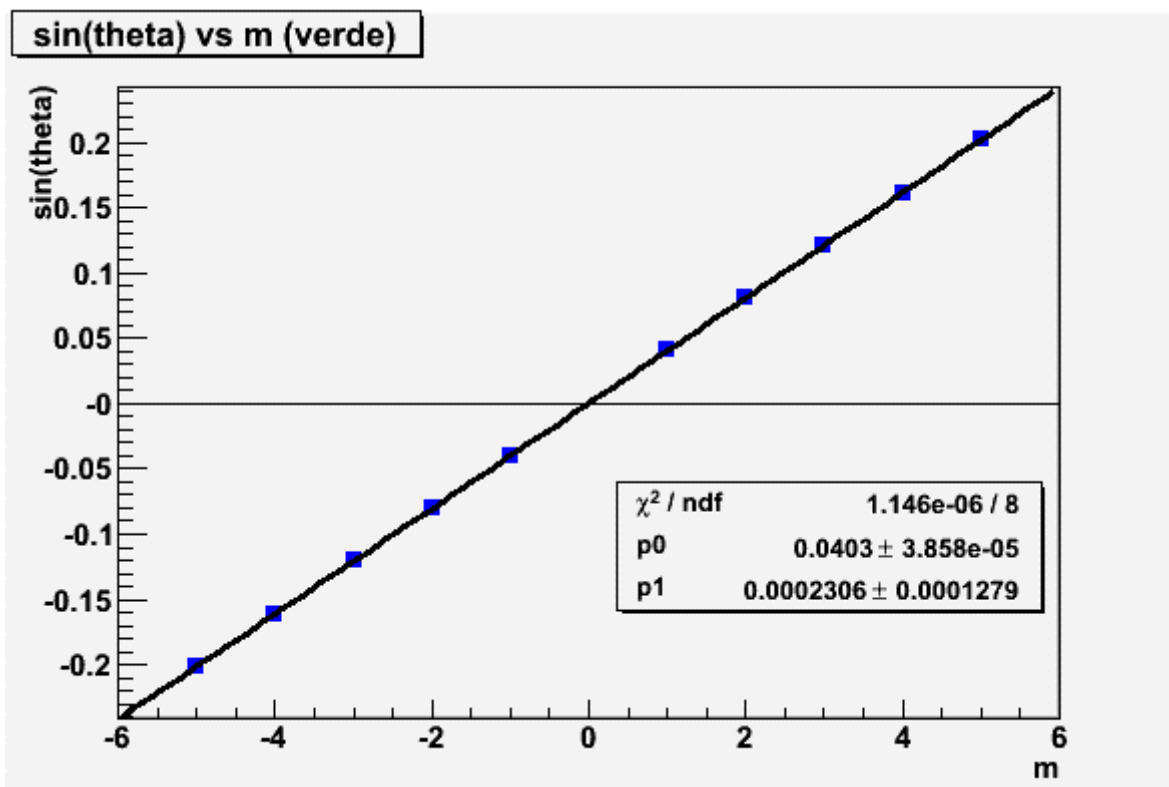
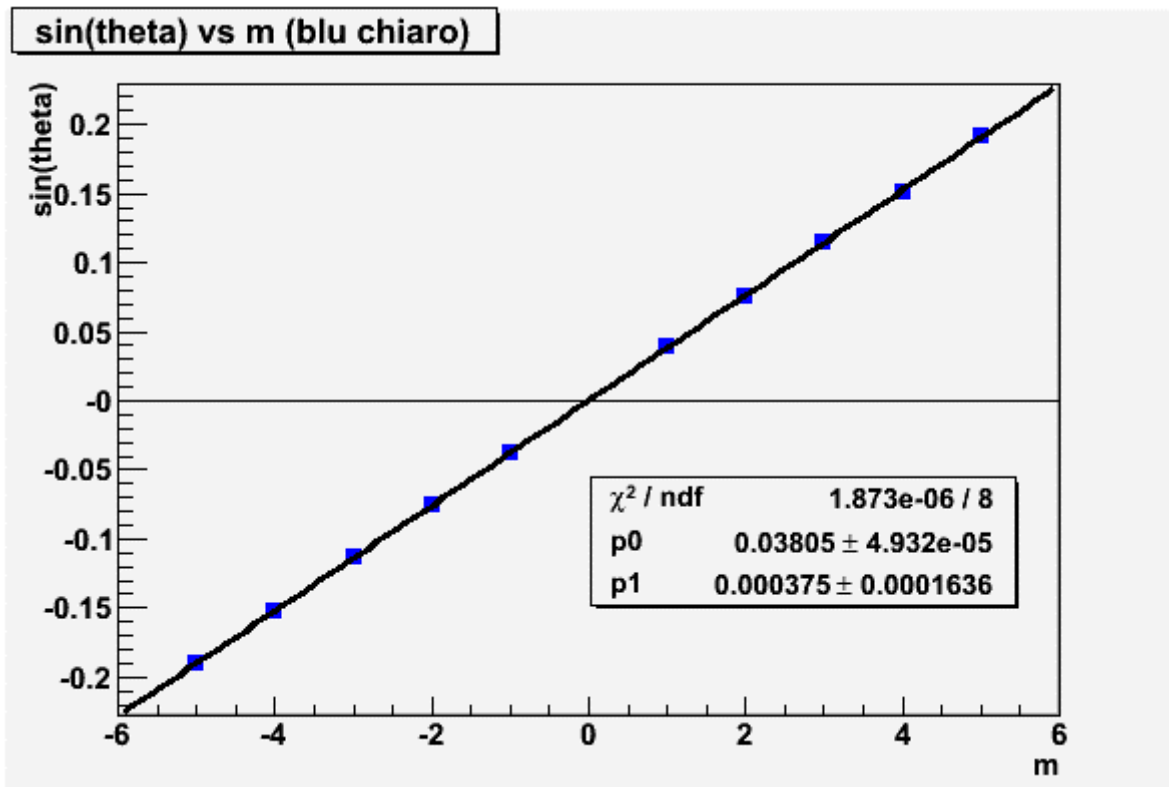
Misura delle lunghezze d'onda per l'emissione del Cadmio, e potere dispersivo di un prisma

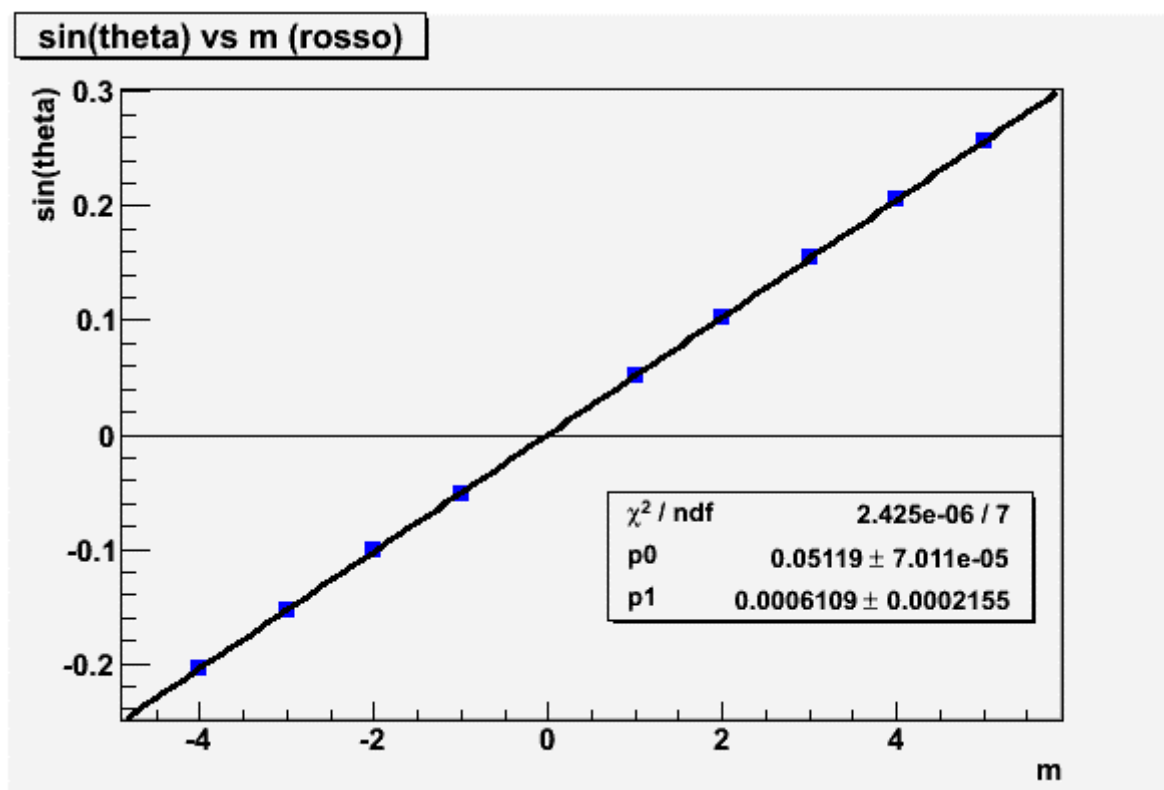
305	125	10	12	305,1667	125,2000	215,183333	-9,283333
307	127	30	34	307,5000	127,5667	217,533333	-6,933333
309	129	52	52	309,8667	129,8667	219,866667	-4,600000
312	132	8	12	312,1333	132,2000	222,166667	-2,300000
316	136	50	48	316,8333	136,8000	226,816667	2,350000
319	139	4	8	319,0667	139,1333	229,1	4,633333
321	141	24	26	321,4000	141,4333	231,416667	6,950000
323	143	42	44	323,7000	143,7333	233,716667	9,250000
326	146	8	8	326,1333	146,1333	236,133333	11,666667

Rosso							
Gradi A	Gradi B	Minuti A	Minuti B	θ_A	θ_B	Media	θ
302	122	40	44	302,6667	122,7333	212,7	-11,766667
305	125	40	42	305,6667	125,7000	215,683333	-8,783333
308	128	36	40	308,6000	128,6667	218,633333	-5,833333
311	131	30	34	311,5000	131,5667	221,533333	-2,933333
317	137	24	26	317,4000	137,4333	227,416667	2,950000
320	140	20	20	320,3333	140,3333	230,333333	5,866667
323	143	24	24	323,4000	143,4000	233,4	8,933333
326	146	18	20	326,3000	146,3333	236,316667	11,850000
329	149	20	20	329,3333	149,3333	239,333333	14,866667

Riportiamo ora i grafici ottenuti







Colore	b (pendenza)	σ_b	Λ	σ_Λ	Val. riferimento	Compatibilità
Blu scuro	0,03708	5,45700E-05	469,062	1,978E+00	467,80	0,64
Blu chiaro	0,03805	4,93200E-05	481,332	2,002E+00	479,99	0,67
Verde	0,04030	3,85800E-05	509,795	2,073E+00	508,58	0,59
Rosso	0,05119	7,01100E-05	647,553	2,708E+00	643,85	1,37

L'errore su Lambda è stato calcolato sommando in quadratura l'errore statistico sulla pendenza e l'errore sul passo del reticolo.

Sebbene i valori di Lambda ricavati sono tutti compatibili con quelli di riferimento, notiamo che sono sistematicamente maggiori di un fattore pari allo 0,2%. Questo può farci pensare che le nostre misure siano state affette da un errore sistematico di scala, del quale non conosciamo l'origine.

Si vede anche che la determinazione della lunghezza d'onda del rosso è quella affetta da un errore maggiore: questo non ci sorprende, essendo la riga rossa quella più difficile da misurare.

Per i grafici in esame non riportiamo la matrice di covarianza essendo i valori delle x simmetrici rispetto all'origine quindi con il coefficiente di correlazione tra a e b nullo.

VERIFICA DELLA LEGGE DI CAUCHY PER LA DISPERSIONE DI UN PRISMA

Scopo dell'esperienza:

La propagazione di onde elettromagnetiche in un mezzo materiale varia a seconda della lunghezza d'onda; quando una composizione di luce passa attraverso un prisma, ogni componente viene rifratta in maniera diversa. Nelle cosiddette condizioni di deviazione minima si ottiene la relazione

$$n(\lambda) = \frac{\sin\left(\frac{\alpha + \delta_{\min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \text{ dove } \delta \text{ è la differenza tra l'angolo di incidenza della luce e quello di}$$

dispersione.

Misurando quindi δ_{\min} per le diverse componenti del cadmio, e conoscendo (dalla precedente

esperienza) la loro lunghezza d'onda, verificheremo la relazione di Cauchy $n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$. Da

questa, estrapolando l'indice di rifrazione per la lunghezza d'onda del giallo (del sodio) ricaveremo il potere dispersivo del prisma (costituito di vetro flint).

Risultati ed analisi dati:

Nel corso dell'esperienza abbiamo misurato anche l'angolo interno del prisma per verificare che fosse 60° . La misura è stata fatta utilizzando la proprietà di riflessione totale per angoli maggiori dell'angolo limite.

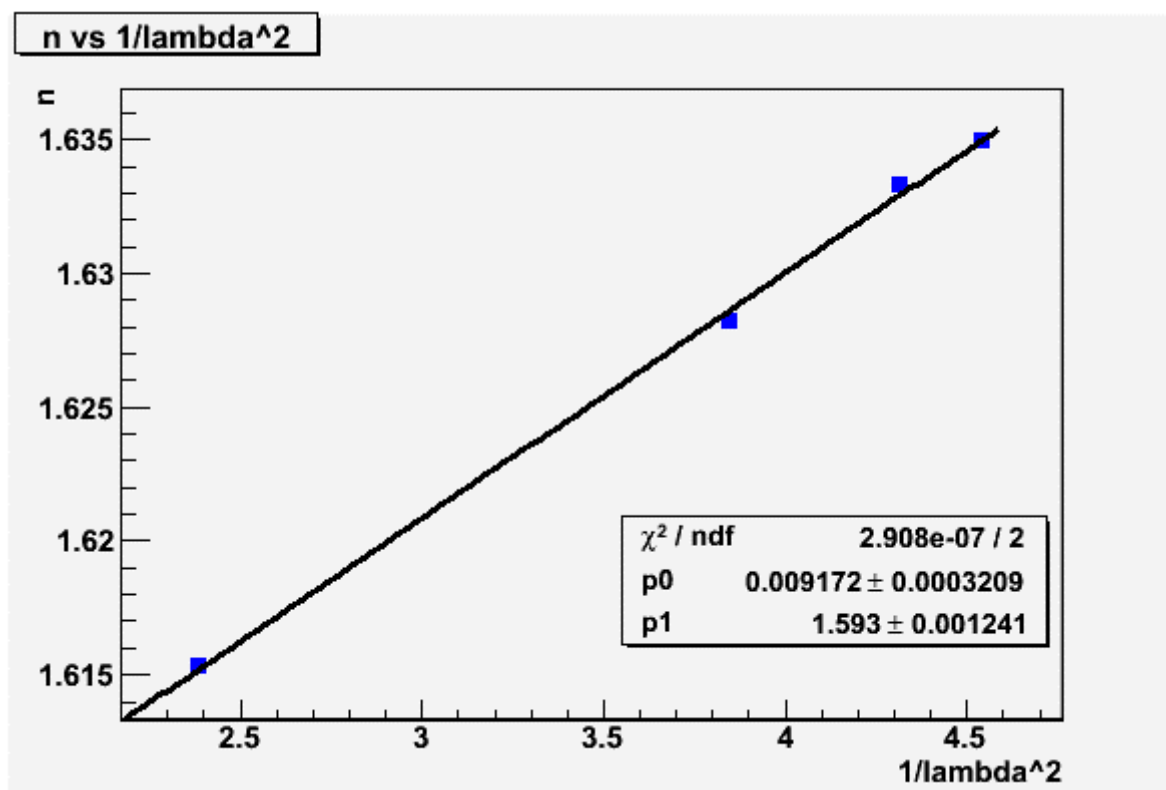
1a faccia		2a faccia	
A	B	A	B
250°00'	70°00'	310°00'	129°58'
α_1	59°58'		
α_2	60°00'		

L'angolo risulta quindi pari a $59^\circ 59' \pm 1'$.

Riportiamo i valori misurati

Colore	Misura A (°)	Misura B (°)	Media (°)	Δ_{\min} (°)	N
Violetto	309,833333	129,833333	219,833333	50,1666667	1,639971
Blu scuro	310,333333	130,333333	220,333333	49,6666667	1,634960
Blu chiaro	310,5	130,5	220,5	49,5	1,633283
Verde	311	131	221	49	1,628231
Rosso	312,266667	132,266667	222,266667	47,73333332	1,615294

Avendo ricavato gli indici di rifrazione per i diversi colori, li grafichiamo in funzione di $1/\lambda^2$, ed effettivamente si ottiene una relazione lineare: il coefficiente di correlazione lineare r_{xy} risulta 0,99938841.



Per calcolare il potere dispersivo del prisma dobbiamo estrapolare dal grafico il valore di n per le lunghezze d'onda del blu e del rosso dell'idrogeno, e del giallo del sodio. L'errore sul valore estrapolato lo ricaviamo conoscendo la matrice di covarianza della retta

$$\begin{bmatrix} 1,54e-06 & -3,87e-07 & 0 \\ -3,87e-07 & 1,02e-07 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

L'errore sul valore estrapolato sarà pari a $\sigma_n^2 = \sigma_a^2 + \frac{1}{\lambda^4} \sigma b^2 + \frac{2}{\lambda^2} \sigma a b$.

colore	λ (μm)	n	sigma n
f	0,4861	1,632	3,227e-04
d	0,5893	1,619	4,023e-04
c	0,6563	1,614	5,436e-04

Il potere dispersivo del prisma risulta uguale a $D = \frac{n_F - n_C}{n_D - 1} = 0,0282$. Il numero di Abbe per il vetro flint risulta pari a 35,35.

L'errore su D sarà dato da $\frac{\sigma_D}{D} = \sqrt{\frac{\sigma_{n_F}^2 + \sigma_{n_C}^2}{(n_F - n_C)^2} + \frac{\sigma_{n_D}^2}{(n_D - 1)^2}} = 0,035$, che comporta un errore sul

numero di Abbe pari a 1,24.

In realtà, per essere precisi, siccome gli indici di rifrazione sono stati estrapolati dalla stessa retta risulteranno tra di loro correlati. Non conoscendo il fattore di correlazione, senza addentrarci in

Studenti GIUSEPPE PIRRUCCIO(545480) e MATTEO SANDRI(546088)

Misura delle lunghezze d'onda per l'emissione del Cadmio, e potere dispersivo di un prisma

sofisticate considerazioni, decidiamo di dare una maggiorazione dell'errore usando la disuguaglianza di Schwartz per una funzione di 3 variabile come quella del nostro caso.

$$\sigma_f^2 \leq \left(\left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| \sigma_x + \left| \frac{\partial f}{\partial y} \right| \sigma_y + \left| \frac{\partial f}{\partial z} \right| \sigma_z \right)^2$$

Da questa ricaviamo che $\frac{\sigma_D}{D} = 0,05$ da cui un errore sul numero di Abbe di 1,78.

Il numero di Abbe per il vetro Flint risulta quindi pari a **35,35 ± 1,78**.