

Il mio piccolo contributo

Lucrezia Bioni (13655A)

1 Misure

Si è inizialmente misurata la distanza D tra lo specchio rotante e lo specchio concavo. La distanza D è stata misurata mediante un metro di risoluzione 0,01 m, la quale è stata attribuita come incertezza al valore della misura.

$$D = (13.28 \pm 0.01) \text{ m} \quad (1.1)$$

Si è poi misurata la distanza A tra la seconda lente dell'apparato e lo specchio rotante. La misura è stata effettuata attraverso un calibro di risoluzione 0,01 m, che è stata attribuita come incertezza di a .

$$a = (0.474 \pm 0.001) \text{ m} \quad (1.2)$$

Dopo aver avviato lo specchio rotante in senso orario a una frequenza di rotazione ν_0 nell'intervallo $[10, 20]$ Hz, si è misurata, mediante micrometro di risoluzione 0.00001 m, la posizione dello spot luminoso δ_0 visibile attraverso un microscopio. Si è poi portato lo specchio in un intorno della frequenza massima di rotazione ν e si è misurata, sempre mediante micrometro, la nuova posizione dello spot luminoso δ . Tale set di misure è stato ripetuto per 30 volte. I dati rilevati sono riportati nella tabella *referimento – alla – tabella*.

Si sono prese le medesime misure di posizione, a frequenza minima e a frequenza massima, facendo ruotare lo specchio in senso antiorario. I dati rilevati sono riportati nella tabella *referimento – alla – tabella*.

Si sono poi effettuate misure di posizione dello spot luminoso portando lo specchio dalla frequenza massima di rotazione in senso orario ν_0 alla frequenza massima di rotazione in senso antiorario ν . I dati rilevati sono riportati nella tabella *referimento – alla – tabella*.

Infine, si sono rilevate misure di posizione dello spot luminoso con lo specchio a frequenza minima di rotazione ($[10, 20]$ Hz) e a frequenze intermedie, sia in senso orario (i dati sono riportati nella tabella *referimento – alla – tabella*) sia in senso antiorario (i dati sono riportati nella tabella *referimento – alla – tabella*).

2 Analisi dati

2.1 Stima degli errori

L'errore sulla stima del valore di c , $\sigma_c(tot)$, è frutto di due componenti, una statistica $\sigma_c(stat)$ e una sistematica $\sigma_c(sist)$:

$$\sigma_c(tot) = \sqrt{\sigma_c(stat)^2 + \sigma_c(sist)^2} \quad (2.1.3)$$

La componente statistica viene determinata attraverso la deviazione standard della media dei valori ottenuti per c per ogni set di misure di $\Delta\omega$ e $\Delta\delta$.

La componente sistematica viene determinata attraverso la propagazione degli errori sulle misure delle grandezze D e a nella formula per la determinazione della velocità della luce *referimento – alla – formula*. In tale procedimento si considerano le grandezze ω e δ come prive di errore, poiché questo è già stato considerato nella componente statistica dell'errore.

$$\sigma_c(stat) = \sqrt{(\frac{\partial c}{\partial D})^2 \sigma_D^2 + (\frac{\partial c}{\partial a})^2 \sigma_a^2} \quad (2.1.4)$$

dove

$$\frac{\partial c}{\partial D} = \frac{4\Delta\omega}{\Delta\delta} \frac{Df_2(2a + D - 2f_2)}{(a + D - f_2)^2} \quad (2.1.5)$$

$$\frac{\partial c}{\partial a} = -\frac{4\Delta\omega}{\Delta\delta} \frac{D^2 f_2}{(a + D - f_2)^2} \quad (2.1.6)$$

3 Appendice

ν_0 [Hz]	ω_0 [rad/s]	δ_0 [m]	ν [Hz]	ω [rad/s]	δ [m]
-11	-69.11503838	9.32	-1390	-8733.627577	8.93
-10	-62.83185307	9.31	-1317	-8274.955050	8.93
-10	-62.83185307	9.31	-1355	-8513.716091	8.94
-11	-69.11503838	9.30	-1404	-8821.592171	8.93
-15	-94.24777961	9.31	-1359	-8538.848832	8.94
-15	-94.24777961	9.31	-1409	-8853.008098	8.92
-17	-106.8141502	9.30	-1374	-8633.096612	8.95
-16	-100.5309649	9.30	-1386	-8708.494836	8.94
-18	-113.0973355	9.31	-1386	-8708.494836	8.92
-18	-113.0973355	9.31	-1409	-8853.008098	8.92
-18	-113.0973355	9.31	-1363	-8563.981574	8.94
-18	-113.0973355	9.30	-1143	-7181.680806	8.96
-18	-113.0973355	9.31	-1441	-9054.070028	8.97
-18	-113.0973355	9.31	-1450	-9110.618695	8.92
-18	-113.0973355	9.33	-1414	-8884.424024	8.94
-18	-113.0973355	9.32	-1401	-8802.742615	8.95
-18	-113.0973355	9.31	-1410	-8859.291283	8.93
-18	-113.0973355	9.31	-1431	-8991.238175	8.93
-18	-113.0973355	9.31	-1444	-9072.919584	8.93
-18	-113.0973355	9.30	-1424	-8947.255877	8.94
-18	-113.0973355	9.30	-1395	-8765.043504	8.92
-13	-81.68140899	9.30	-1455	-9142.034622	8.92
-17	-106.8141502	9.31	-1456	-9148.317807	8.94
-18	-113.0973355	9.30	-1469	-9229.999216	8.91
-18	-113.0973355	9.30	-1426	-8959.822248	8.92
-18	-113.0973355	9.31	-1446	-9085.485954	8.92
-18	-113.0973355	9.31	-1418	-8909.556766	8.92
-18	-113.0973355	9.30	-1446	-9085.485954	8.90
-18	-113.0973355	9.31	-1455	-9142.034622	8.91
-18	-113.0973355	9.31	-1446	-9085.485954	8.93

Tab. 1: Specchio in rotazione CW a frequenza iniziale minima ν_0 e frequenza finale massima ν : misure di posizione iniziale δ_0 e finale δ dello spot luminoso

ν_0 [Hz]	ω_0 [rad/s]	δ_0 [m]	ν [Hz]	ω [rad/s]	δ [m]
17	106.8141502	9.31	1400	8796.459430	9.70
18	113.0973355	9.31	1421	8928.406322	9.70
18	113.0973355	9.31	1422	8934.689507	9.69
18	113.0973355	9.31	1393	8752.477133	9.71
18	113.0973355	9.32	1399	8790.176245	9.70
17	106.8141502	9.31	1396	8771.326689	9.70
18	113.0973355	9.32	1414	8884.424024	9.69
18	113.0973355	9.32	1391	8739.910762	9.69
18	113.0973355	9.32	1376	8645.662983	9.69
17	106.8141502	9.32	1404	8821.592171	9.69
18	113.0973355	9.32	1434	9010.087730	9.70
17	106.8141502	9.31	1334	8381.769200	9.71
18	113.0973355	9.32	1342	8432.034682	9.70
17	106.8141502	9.32	1363	8563.981574	9.69
18	113.0973355	9.32	1317	8274.955050	9.70
18	113.0973355	9.32	1351	8488.583350	9.70
18	113.0973355	9.31	1316	8268.671864	9.70
17	106.8141502	9.31	1330	8356.636459	9.70
18	113.0973355	9.31	1380	8670.795724	9.71
18	113.0973355	9.32	1444	9072.919584	9.71
18	113.0973355	9.32	1435	9016.370916	9.70
17	106.8141502	9.32	1359	8538.848832	9.70
18	113.0973355	9.32	1378	8658.229353	9.70
18	113.0973355	9.32	1412	8871.857654	9.70
17	106.8141502	9.31	1378	8658.229353	9.67
18	113.0973355	9.31	1424	8947.255877	9.71
18	113.0973355	9.32	1438	9035.220472	9.70
18	113.0973355	9.31	1421	8928.406322	9.69
18	113.0973355	9.31	1423	8940.972692	9.69
18	113.0973355	9.31	1421	8928.406322	9.69

Tab. 2: Specchio in rotazione CCW a frequenza iniziale minima ν_0 e frequenza finale massima ν : misure di posizione iniziale δ_0 e finale δ dello spot luminoso

$\Delta\omega[\text{rad/s}]$	$\Delta\delta[\text{m}]$	$c[\text{m/s}]$
-8664.512539	-0.39	$2.92508E + 08$
-8212.123196	-0.38	$2.84532E + 08$
-8450.884238	-0.37	$3.00718E + 08$
-8752.477133	-0.37	$3.11450E + 08$
-8444.601053	-0.37	$3.00494E + 08$
-8758.760318	-0.39	$2.95690E + 08$
-8526.282462	-0.35	$3.20738E + 08$
-8607.963871	-0.36	$3.14816E + 08$
-8595.397000	-0.39	$2.90175E + 08$
-8739.910762	-0.39	$2.95054E + 08$
-8450.884238	-0.37	$3.00718E + 08$
-7068.583471	-0.34	$2.73723E + 08$
-8940.972692	-0.34	$3.46230E + 08$
-8997.521360	-0.39	$3.03750E + 08$
-8771.326689	-0.39	$2.96114E + 08$
-8689.645280	-0.37	$3.09214E + 08$
-8746.193948	-0.38	$3.03036E + 08$
-8878.140839	-0.38	$3.07608E + 08$
-8959.822248	-0.38	$3.10438E + 08$
-8834.158542	-0.36	$3.23088E + 08$
-8651.946168	-0.38	$2.99770E + 08$
-9060.353213	-0.38	$3.13921E + 08$
-9041.503657	-0.37	$3.21734E + 08$
-9116.901881	-0.39	$3.07781E + 08$
-8846.724913	-0.38	$3.06519E + 08$
-8972.388619	-0.39	$3.02902E + 08$
-8796.459430	-0.39	$2.96963E + 08$
-8972.388619	-0.40	$2.95329E + 08$
-9028.937286	-0.40	$2.97191E + 08$
-8972.388619	-0.38	$3.10873E + 08$

Tab. 3: Specchio in rotazione CW, frequenza iniziale minima e frequenza finale massima: variazione di pulsazione $\Delta\omega$ e variazione di posizione $\Delta\delta$, e rispettiva misura indiretta della velocità della luce c

$\Delta\omega[\text{rad/s}]$	$\Delta\delta[\text{m}]$	$c[\text{m/s}]$
8689.645280	0.39	$2.93357E + 08$
8815.308986	0.39	$2.97599E + 08$
8821.592171	0.38	$3.05648E + 08$
8639.379797	0.40	$2.84368E + 08$
8677.078909	0.38	$3.00641E + 08$
8664.512539	0.39	$2.92508E + 08$
8771.326689	0.37	$3.12120E + 08$
8626.813427	0.37	$3.06978E + 08$
8532.565647	0.37	$3.03624E + 08$
8714.778021	0.37	$3.10108E + 08$
8896.990395	0.38	$3.08261E + 08$
8274.955050	0.40	$2.72373E + 08$
8318.937347	0.38	$2.88232E + 08$
8457.167423	0.37	$3.00941E + 08$
8161.857714	0.38	$2.82790E + 08$
8375.486014	0.38	$2.90192E + 08$
8155.574529	0.39	$2.75327E + 08$
8249.822308	0.39	$2.78509E + 08$
8557.698388	0.40	$2.81680E + 08$
8959.822248	0.39	$3.02478E + 08$
8903.273580	0.38	$3.08478E + 08$
8432.034682	0.38	$2.92151E + 08$
8545.132018	0.38	$2.96070E + 08$
8758.760318	0.38	$3.03471E + 08$
8551.415203	0.36	$3.12748E + 08$
8834.158542	0.40	$2.90779E + 08$
8922.123136	0.38	$3.09131E + 08$
8815.308986	0.38	$3.05431E + 08$
8827.875357	0.38	$3.05866E + 08$
8815.308986	0.38	$3.05431E + 08$

Tab. 4: Specchio in rotazione CCW, frequenza iniziale minima e frequenza finale massima: variazione di pulsazione $\Delta\omega$ e variazione di posizione $\Delta\delta$, e rispettiva misura indiretta della velocità della luce c

$\Delta\omega[\text{rad/s}]$	$\Delta\delta[\text{m}]$	$c[\text{m/s}]$
17479.82152	0.76	$3.02818E + 08$
17630.61797	0.77	$3.01464E + 08$
17008.58263	0.77	$2.90828E + 08$
17618.05160	0.79	$2.93623E + 08$
17228.49411	0.77	$2.94588E + 08$
17266.19322	0.78	$2.91448E + 08$
17291.32597	0.78	$2.91872E + 08$
17668.31708	0.79	$2.94460E + 08$
17335.30826	0.77	$2.96414E + 08$
17812.83035	0.79	$2.96869E + 08$
17706.01620	0.76	$3.06737E + 08$
17498.67108	0.78	$2.95372E + 08$
17724.86575	0.79	$2.95403E + 08$
16549.91010	0.74	$2.94457E + 08$
17511.23745	0.76	$3.03362E + 08$
16926.90122	0.76	$2.93239E + 08$
16920.61803	0.74	$3.01053E + 08$
17222.21093	0.74	$3.06419E + 08$
17398.14012	0.77	$2.97489E + 08$
16908.05166	0.70	$3.18020E + 08$
16700.70655	0.76	$2.89321E + 08$
17266.19322	0.77	$2.95233E + 08$
17002.29944	0.73	$3.06650E + 08$
16688.14018	0.74	$2.96917E + 08$
17146.81270	0.74	$3.05078E + 08$
17247.34367	0.77	$2.94910E + 08$
17335.30826	0.78	$2.92614E + 08$
17259.91004	0.74	$3.07090E + 08$
16870.35255	0.76	$2.92260E + 08$
16788.67114	0.75	$2.94723E + 08$

Tab. 5: Specchio in rotazione iniziale CW e rotazione finale CCW: variazione di pulsazione $\Delta\omega$ e variazione di posizione $\Delta\delta$, e rispettiva misura indiretta della velocità della luce c

$\Delta\omega[\text{rad/s}]$	$\Delta\delta[\text{m}]$	$c[\text{m/s}]$
-4209.734156	-0.20	$2.77130E + 08$
-4995.132319	-0.21	$3.13174E + 08$
-4517.610236	-0.21	$2.83236E + 08$
-5296.725214	-0.23	$3.03206E + 08$
-5328.141140	-0.24	$2.92296E + 08$
-5177.344693	-0.23	$2.96372E + 08$
-5334.424326	-0.24	$2.92641E + 08$
-5284.158843	-0.24	$2.89883E + 08$
-5152.211952	-0.22	$3.08340E + 08$
-5510.353514	-0.24	$3.02292E + 08$
-5196.194249	-0.23	$2.97451E + 08$
-5158.495137	-0.22	$3.08716E + 08$
-5409.822549	-0.23	$3.09680E + 08$
-5453.804847	-0.25	$2.87222E + 08$
-5460.088032	-0.23	$3.12558E + 08$

Tab. 6: Specchio in rotazione CW, frequenza iniziale minima e frequenza finale intermedia: variazione di pulsazione $\Delta\omega$ e variazione di posizione $\Delta\delta$, e rispettiva misura indiretta della velocità della luce c