

Bilancia elettrostatica di Coulomb elaborazione dati

Ali Matteo,
Broggi Diana, Cantarini Giulia

parte 1

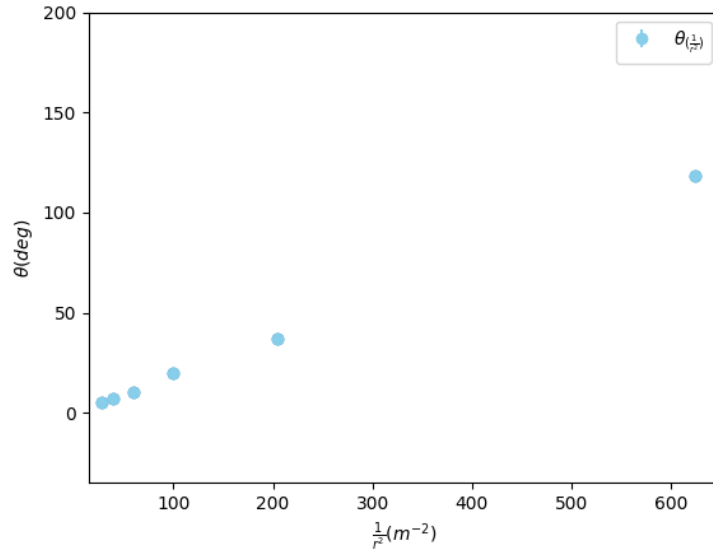
| r (m) | θ (deg) | | | | | $\bar{\theta}$ (deg) |
|-------|----------------|----|----|----|----|----------------------|
| 0.04 | 67 | 68 | 68 | 68 | 68 | 67.8 ± 0.2 |
| 0.07 | 34 | 35 | 33 | 35 | 34 | 34.2 ± 0.4 |
| 0.10 | 18 | 19 | 21 | 20 | 18 | 19.2 ± 0.6 |
| 0.13 | 10 | 9 | 10 | 11 | 11 | 10.2 ± 0.4 |
| 0.16 | 7 | 7 | 6 | 6 | 8 | 6.8 ± 0.4 |
| 0.19 | 6 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5.0 ± 0.3 |

Tabella1: tabella con i θ corretti

| r (m) | θ (deg) |
|-------|-----------------|
| 0.04 | 118.7 ± 0.4 |
| 0.07 | 37.2 ± 0.4 |
| 0.10 | 19.7 ± 0.6 |
| 0.13 | 10.3 ± 0.4 |
| 0.16 | 6.8 ± 0.4 |
| 0.19 | 5.0 ± 0.3 |

è stato usato il fattore di correzione : $\theta_{corretto} = \frac{\theta}{1-4(\frac{R}{r})^3}$; $\sigma_{\theta_{corretto}} = \frac{\sigma_{\theta}}{1-4(\frac{R}{r})^3}$

$\theta_{corretto}$ in funzione di $\frac{1}{r^2}$



il coefficiente di correlazione lineare $r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$ per i dati riportati nel grafico di $\theta_{(\frac{1}{r^2})}$ é: $0.9998 \simeq 1$, dunque possiamo affermare che la relazione tra le due misure è lineare.

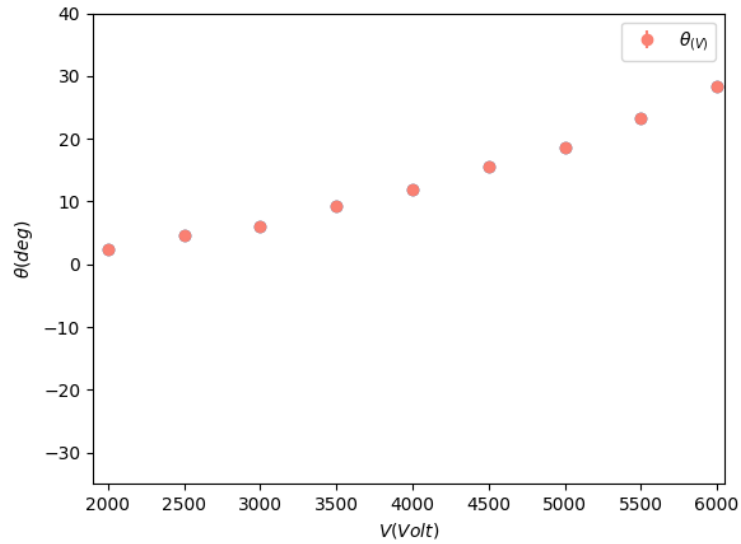
parte 2a

| V (Volt) | θ (deg) | | | | | $\bar{\theta}$ (deg) |
|----------|----------------|----|----|----|----|----------------------|
| 2000 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2.2 ± 0.4 |
| 2500 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4.4 ± 0.2 |
| 3000 | 5 | 4 | 6 | 6 | 8 | 5.8 ± 0.5 |
| 3500 | 11 | 8 | 9 | 8 | 8 | 8.8 ± 0.4 |
| 4000 | 11 | 11 | 11 | 13 | 10 | 11.2 ± 0.4 |
| 4500 | 15 | 14 | 15 | 15 | 15 | 14.8 ± 0.1 |
| 5000 | 18 | 17 | 19 | 17 | 17 | 17.6 ± 0.3 |
| 5500 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22.0 ± 0 |
| 6000 | 28 | 28 | 26 | 26 | 26 | 26.8 ± 0.4 |

Tabella 2: tabella con i θ corretti

| V (Volt) | θ (deg) |
|----------|----------------|
| 2000 | 2.3 ± 0.4 |
| 2500 | 4.6 ± 0.2 |
| 3000 | 6.1 ± 0.5 |
| 3500 | 9.3 ± 0.5 |
| 4000 | 11.8 ± 0.4 |
| 4500 | 15.6 ± 0.2 |
| 5000 | 18.6 ± 0.3 |
| 5500 | 23.2 ± 0 |
| 6000 | 28.3 ± 0.4 |

$\theta_{corretto}$ in funzione di $V_1 = V_2 = V$



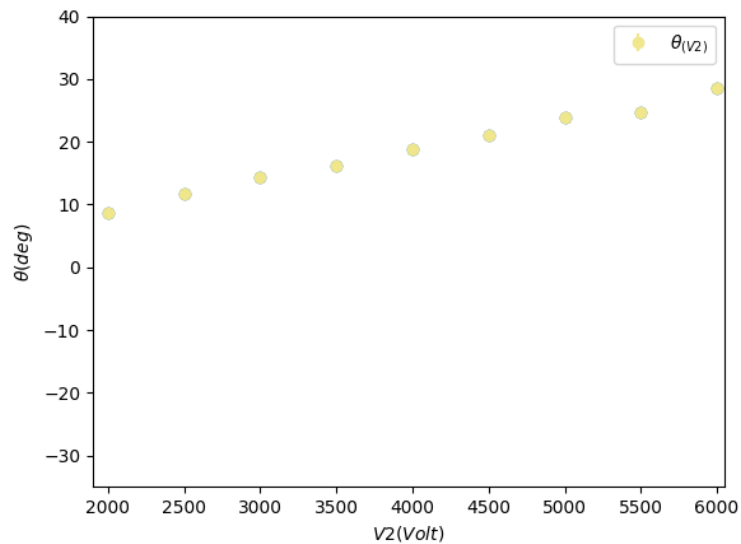
parte 2b

| V_2 (Volt) | θ (deg) | | | | | $\bar{\theta}$ (deg) |
|--------------|----------------|----|----|----|----|----------------------|
| 2000 | 9 | 8 | 9 | 7 | 8 | 8.2 ± 0.3 |
| 2500 | 11 | 12 | 12 | 9 | 11 | 11.0 ± 0.4 |
| 3000 | 13 | 14 | 13 | 14 | 14 | 13.6 ± 0.2 |
| 3500 | 15 | 17 | 15 | 15 | 15 | 15.4 ± 0.3 |
| 4000 | 18 | 18 | 17 | 17 | 19 | 17.8 ± 0.3 |
| 4500 | 20 | 21 | 20 | 20 | 19 | 20.0 ± 0.2 |
| 5000 | 24 | 23 | 22 | 22 | 22 | 22.6 ± 0.3 |
| 5500 | 23 | 24 | 23 | 24 | 23 | 23.4 ± 0.2 |
| 6000 | 28 | 27 | 26 | 27 | 27 | 27.0 ± 0.2 |

Tabella3 : tabella con i θ corretti

| V_2 (Volt) | θ (deg) |
|--------------|----------------|
| 2000 | 8.7 ± 0.3 |
| 2500 | 11.6 ± 0.4 |
| 3000 | 14.4 ± 0.2 |
| 3500 | 16.3 ± 0.3 |
| 4000 | 18.8 ± 0.3 |
| 4500 | 21.1 ± 0.2 |
| 5000 | 23.9 ± 0.3 |
| 5500 | 24.7 ± 0.2 |
| 6000 | 28.5 ± 0.2 |

$\theta_{corretto}$ in funzione di V_2



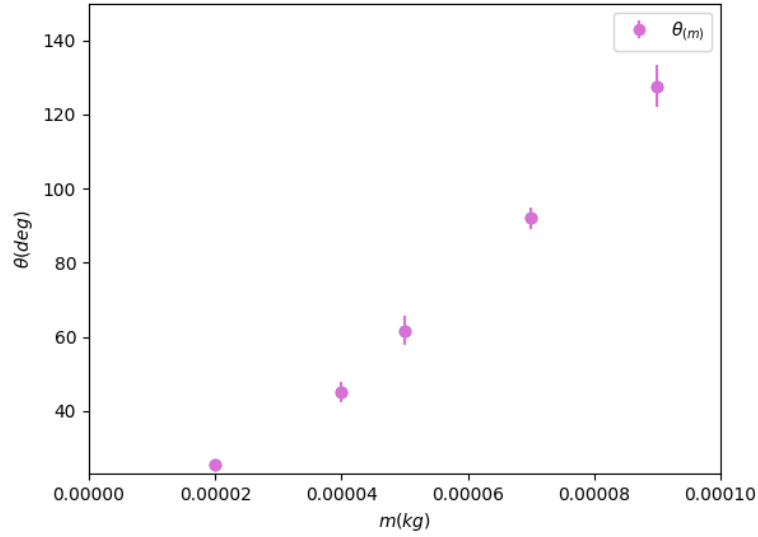
il coefficiente di correlazione lineare $r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$ per i dati riportati

nel grafico di $\theta_{(V_2)}$ é: $0.997 \simeq 1$, dunque possiamo affermare che la relazione tra le due misure è lineare.

parte 3

| m (mg) | θ (deg) | | | $\bar{\theta}$ (deg) |
|--------|----------------|-----|-----|----------------------|
| 20 | 28 | 22 | 26 | 25.3 ± 1.4 |
| 40 | 43 | 52 | 40 | 45.0 ± 2.8 |
| 50 | 71 | 61 | 53 | 61.7 ± 4 |
| 70 | 86 | 91 | 99 | 92.0 ± 2.9 |
| 90 | 116 | 126 | 141 | 127.7 ± 5.6 |

θ in funzione di m

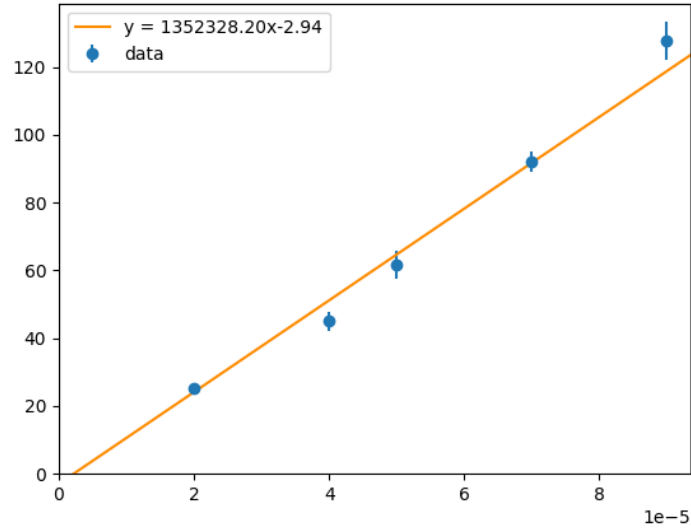


da $mg = K_{tor}\theta$ ricavo il valore di K_{tor} in funzione del coefficiente angolare della retta θ_m .

$$B = \frac{N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \pm \sqrt{\frac{N}{\Delta}} \sigma_i = 1352328 \pm 51637$$

$$A = \frac{\sum (x_i)^2 \sum y_i - \sum x_i \sum y_i x_i}{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i)^2}{\Delta}} \sigma_i = -2.9 \pm 2.1$$

θ in funzione di m



$$\left| \begin{array}{l} K_{tor} = \frac{g}{B} \\ \sigma_{Ktor} = \frac{g}{B^2} \sigma_B \end{array} \Rightarrow K_{tor} = 0.00000725 \pm 0.00000028 \right|$$

calcolo di ε_0

$$\varepsilon_0 = \frac{K_{tor} \theta r^2}{4\pi a^2 V^2}$$

$$\sigma_{\varepsilon_0} = \sqrt{\left(\frac{\partial \varepsilon_0}{\partial K_{tor}} \sigma_{Ktor}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon_0}{\partial \theta} \sigma_{\theta}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon_0}{\partial r} \sigma_r\right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon_0}{\partial a} \sigma_a\right)^2 + \left(\frac{\partial \varepsilon_0}{\partial V} \sigma_V\right)^2}$$

abbiamo considerato : $\sigma_r = 0.001$; $\sigma_a = 0.001$; $\sigma_V = 100$

parte 1

utilizzando i dati della Tabella1 e la formula indicata per ε_0 , ricaviamo 6 stime di ε_0 la cui incertezza dipende dal valore delle varie derivate.

La media pesata delle costanti dielettriche ottenuta da questi risultati è:
 $8.12 \cdot 10^{-12} \pm 4.3 \cdot 10^{-13}$

parte 2a

i dati contenuti nella Tabella2 invece producono 9 risultati, la cui media pesata è pari a: $7.58 \cdot 10^{-12} \pm 3.4 \cdot 10^{-13}$

parte 2b

infine, i dati della Tabella3 danno origine ad una stima di ε_0 pari a $7.9710^{-12} \pm 4.7 \cdot 10^{-13}$

La media pesata di questi 3 risultati è: $\varepsilon_0 = 7.84 \cdot 10^{-12} \pm 2.3 \cdot 10^{-13}$. Abbiamo eseguito il test

$$\frac{|x_{osservato} - x_{atteso}|}{\sigma_x}$$

per conoscere il numero di deviazioni standard che occupano la distanza della nostra stima dal valore vero ed esso risulta 4.39.