



L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

La 2^a legge di Ohm con carta e matita

Alessio Mattia Leonardi

Università di Padova





L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

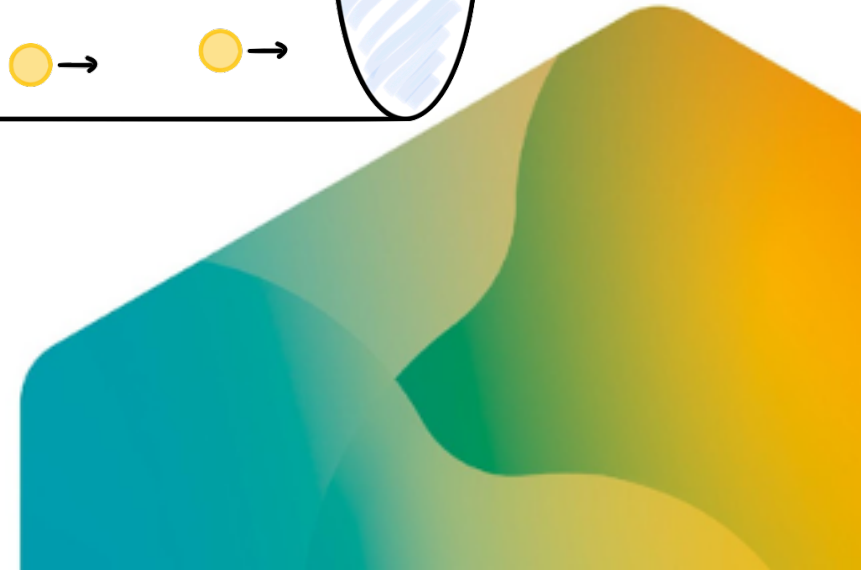
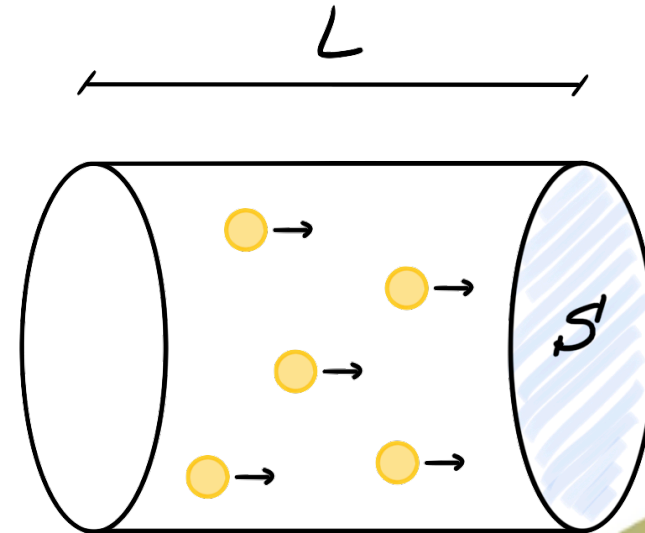
BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

2^a LEGGE DI OHM

RICHIAMI TEORICI

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

- ρ resistività del conduttore
- L lunghezza del conduttore
- S sezione del conduttore



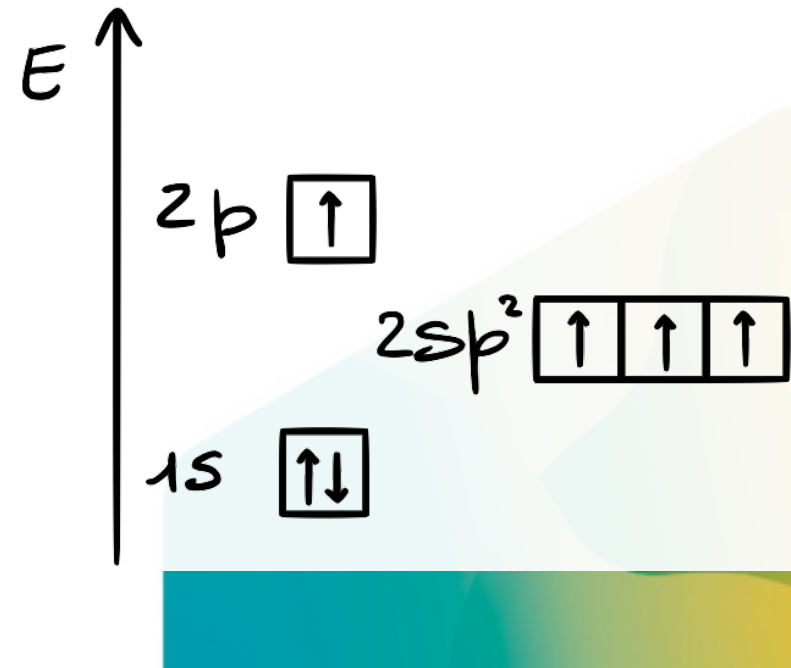
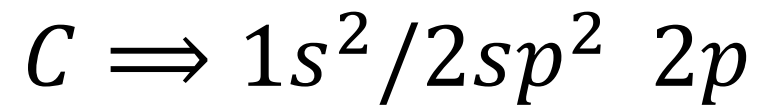
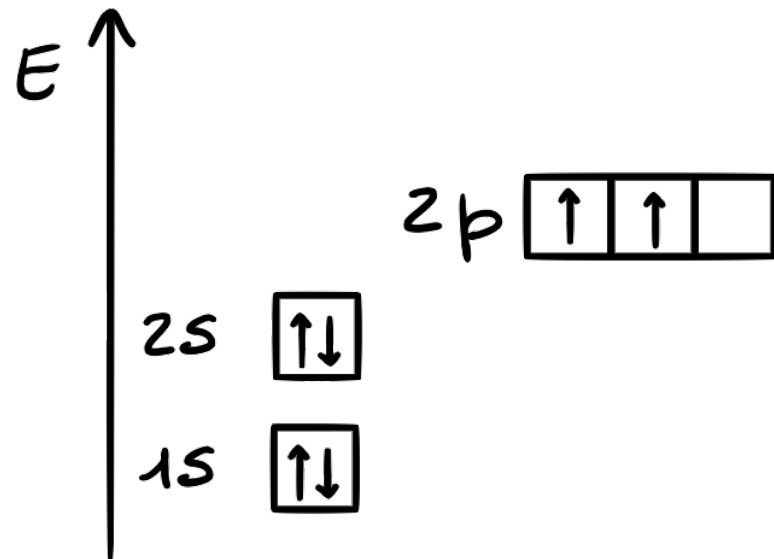
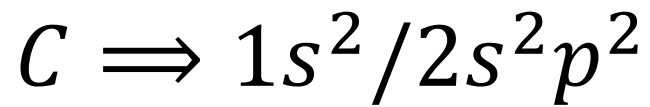


L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

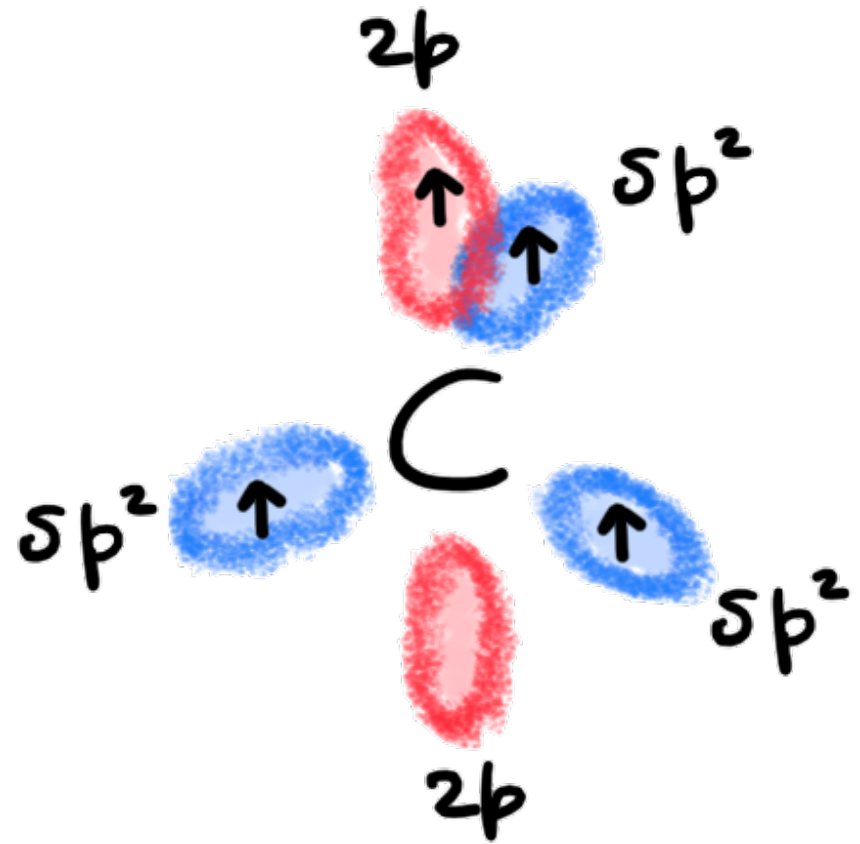
GRAFITE

CARBONIO E IBRIDAZIONE



GRAFITE

CARBONIO E IBRIDAZIONE



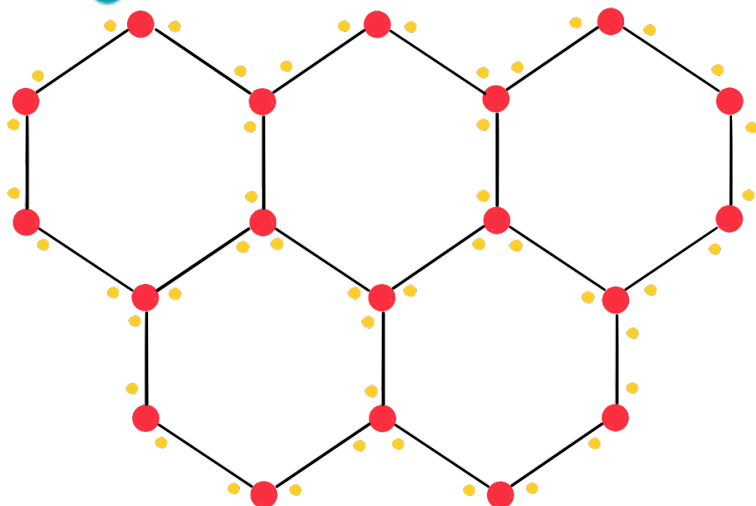
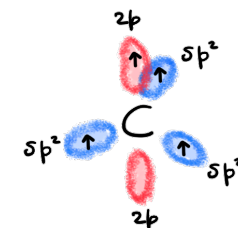


L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

GRAFENE – UNO STRATO DI GRAFITE

CARBONIO E IBRIDAZIONE



- Geometria planare esagonale con angoli di 120° tra i tre orbitali sp^2
- 100 volte più forte dell'acciaio¹
- È un materiale resistente e rigido, trasparente e flessibile¹
- Elettroni di conduzione delocalizzati sulla superficie del layer: gas di elettroni
- Elevata conducibilità (10-100 volte più elevata rispetto ai conduttori tradizionali¹)
- Elevata densità di corrente¹ ($> 10^8 \text{ A/cm}^2$)
- Bassa resistività per il grafene¹ ($\sim 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m}$): è 40% più bassa di quella del rame ($\sim 1.68 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m}$)
- Alto valore di conducibilità termica¹ ($600 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$)
- Trasparente a luce visibile, infrarosso e ultravioletto¹

¹ https://www2.treccani.it/export/sites/default/Portale/resources/multimedia/Lezioni_di_Scienze/chimicagrafene/LEZIONE.pdf

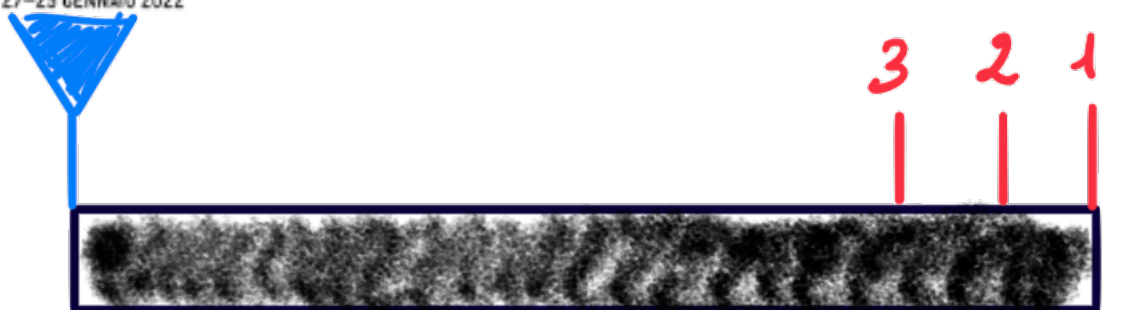


CONVEGNO
NAZIONALE E
SEMINARIO
RESIDENZIALE

L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

ESPERIMENTO - DIPENDENZA DALLA LUNGHEZZA





L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

ESPERIMENTO - DIPENDENZA DALLA LUNGHEZZA

1. Realizzare una striscetta di un quadretto x 10 cm uniformemente colorata.
2. Attaccarla con lo scotch alla squadra.
3. Tenere fisso un puntale ad un'estremità del foglietto e variare la posizione del secondo 5-6 volte mantenendosi paralleli.
4. Ripetere lo step 3. 5 volte riprendendo le stesse misure di lunghezza lungo la stessa direzione.

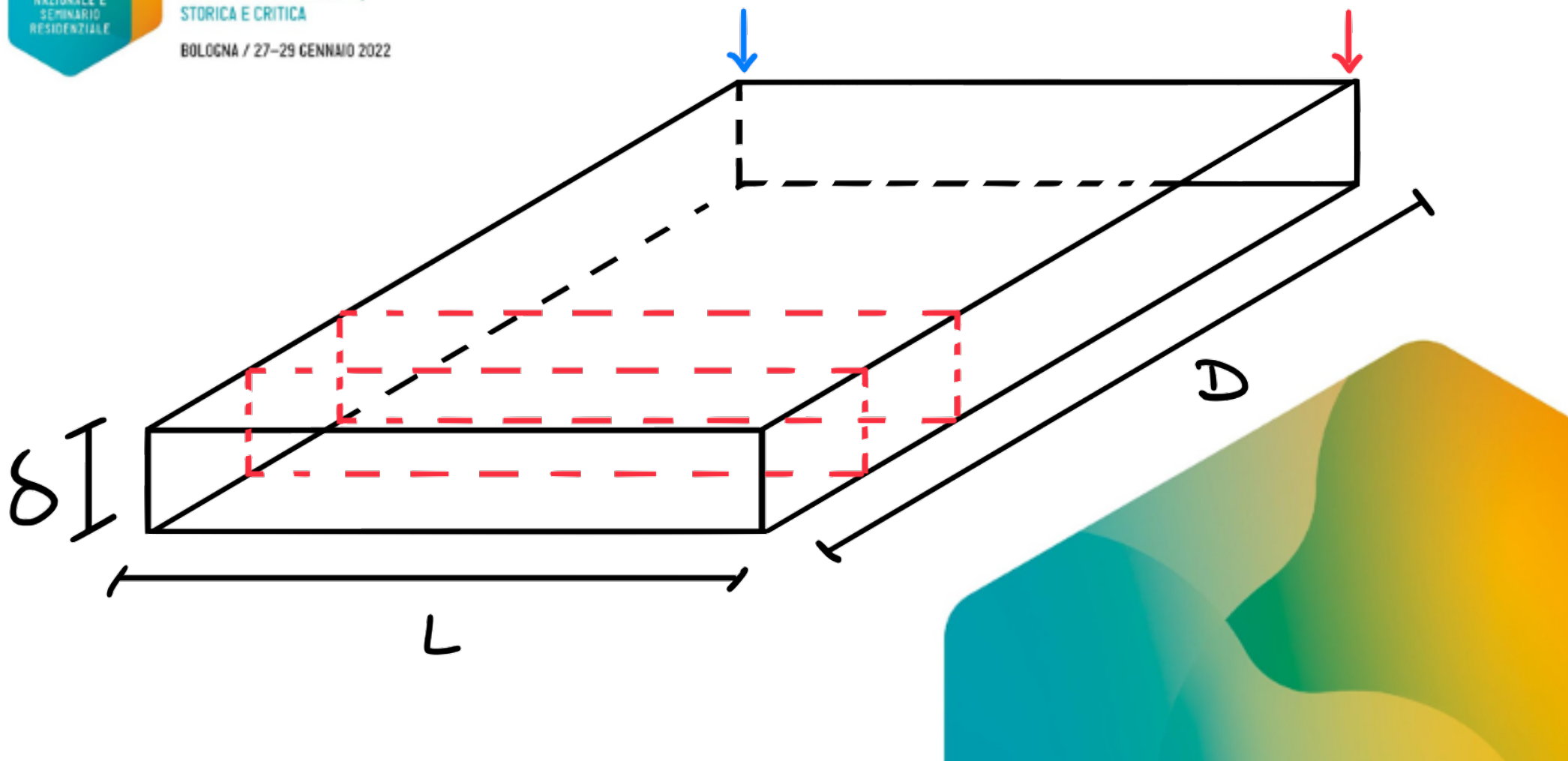




L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

ESPERIMENTO - DIPENDENZA DALLA LARGHEZZA



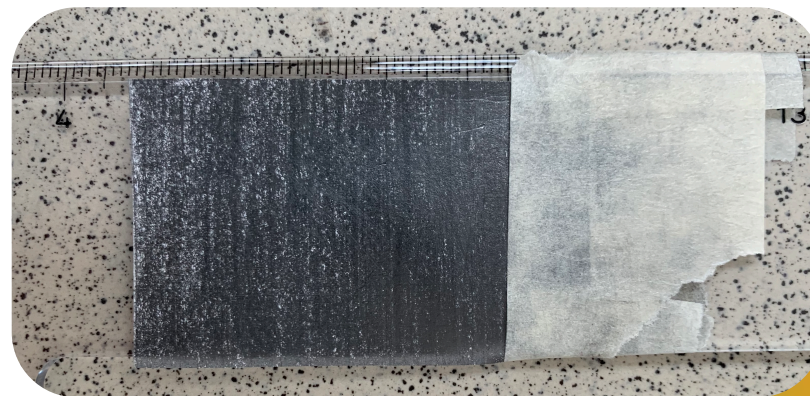


L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

ESPERIMENTO - DIPENDENZA DALLA LARGHEZZA

1. Realizzare una striscetta di 6 cm x 4 cm uniformemente colorata.
2. Attaccarla con lo scotch alla squadra.
3. Fissare i coccodrilli dal lato nell'estremità a destra (lato scotch).
4. Leggere il valore di resistenza e tagliare via una strisciolina dall'estremità libera.
5. Ripetere lo step 4. 5 volte.





L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA

DIPENDENZA DALLA LUNGHEZZA

STORICA E CRITICA

$$\bar{R}_i = \rho \frac{L_i}{S} = aL_i = ax_i$$

Dove x_i è il valore delle singole lunghezze L_i

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_i x_i \Rightarrow \text{MEDIA()}$$

$$\sigma_{x_i} = \sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - x_i)^2}{N - 1}} \Rightarrow \text{DEV. ST()}$$

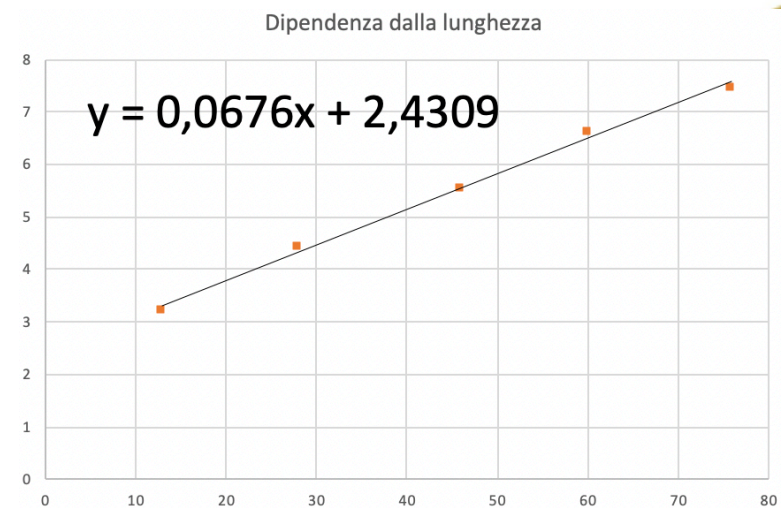
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{x_i}}{\sqrt{N}}$$

ANALISI STATISTICA

DIPENDENZA DALLA SEZIONE - LARGHEZZA

$$\bar{R}_i = \rho \frac{L}{S_i} = \rho \frac{L}{tD_i} = b \cdot \frac{1}{D_i} = bx_i$$

Dove x_i è l'inverso del singolo valore di larghezza D_i





L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

ULTERIORI SPUNTI DIDATTICI

- Studio dell'andamento della resistenza con la temperatura: si può usare una lampada illuminando la strisciolina di carta e vedendo come varia la resistenza.
- Studio delle resistenze in serie e in parallelo
- Determinazione dello spessore del layer di carbonio ($\rho = 10^{-8} \Omega\text{m}$):

$$R = \rho \frac{L}{\delta D} \Rightarrow \delta = \rho \frac{L}{RD} \Rightarrow \delta = (1.6 \pm 0.2) \mu\text{m}$$

- Legge per scoperta (andamento D^{-1}) con l'uso dei logaritmi:

$$R \sim \alpha D^x \Rightarrow \ln R \sim C + x \ln D$$

Posso graficare $\ln R$ in funzione di $\ln D$, determinando la pendenza della retta e quindi il valore della potenza di D

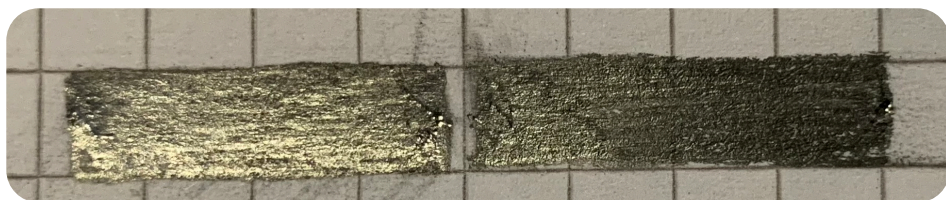


L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

ULTERIORI SPUNTI DIDATTICI

RESISTENZE IN SERIE



$$R_1 = (0.25 \pm 0.03) \text{ M}\Omega$$

$$R_2 = (0.40 \pm 0.04) \text{ M}\Omega$$

$$R_s^{(teo)} = (0.65 \pm 0.05) \text{ M}\Omega$$



$$R_s^{(exp)} = (0.88 \pm 0.07) \text{ M}\Omega$$



$$R_s^{(exp)} = (0.68 \pm 0.08) \text{ M}\Omega$$

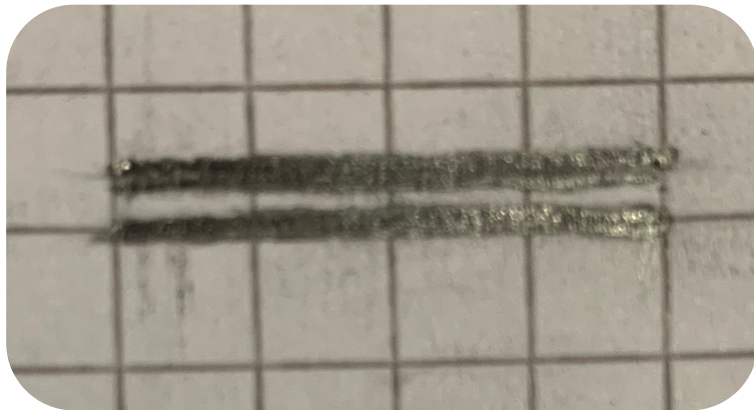


L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA
E DELLE SCIENZE IN UNA
PROSPETTIVA SISTEMATICA,
STORICA E CRITICA

BOLOGNA / 27-29 GENNAIO 2022

ULTERIORI SPUNTI DIDATTICI

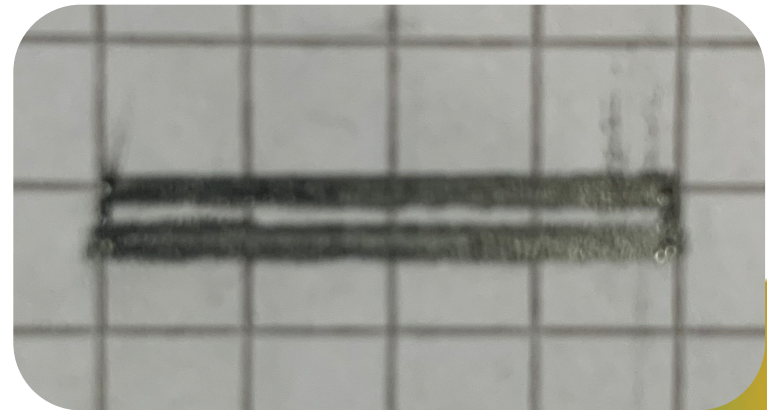
RESISTENZE IN PARALLELO



$$R_1 = (1.7 \pm 0.1) \text{M}\Omega$$

$$R_2 = (1.5 \pm 0.1) \text{M}\Omega$$

$$R_P^{(teo)} = (0.79 \pm 0.09) \text{M}\Omega$$



$$R_P^{(exp)} = (0.94 \pm 0.08) \text{M}\Omega$$