

# PC nel laboratorio (delle scuole)?

- Sicuramente utile nell'organizzazione, la presentazione, nonché l'analisi dei dati.
- Utile nella presentazione di esperienze non «palpabili» da tutti gli studenti (pubblico), pertanto in parte limitante.
- Utilizzare in esperimenti ben compresi e senza manovre durante la misura.
- Con complicazioni: specifiche dei sensori utilizzati e del programma di acquisizione.



# Programma di oggi

- **Cerco di soddisfare la richiesta dell'acquisizione con PC.**
  - **Misure acquisite da PC su schedina con LED (acquistata da una scuola):**
  - **Misure acquisite da PC con un sensore di temperatura:**
  - **Misure acquisite da PC con misuratore di pressione.**

Problema calorimetro riscontrato anche all'Ariosto se vogliamo possiamo ...

**PRIMA DI TUTTO RINGRAZIO GIUSEPPE BARLETTA.**



## PC pro e contro

- Il PC, introduce ulteriori complicazioni, ma prima di affrontarle parliamo dei pro.
- Il PC è sicuramente utile al docente per «organizzarsi» l'analisi dei dati e «sostenere» e «guidare» lo studente in modo più efficiente.
- Esempio l'analisi dei dati dei LED, presi da corsisti del TFA, proposta a voi ... da me non analizzati prima di oggi.

# Analisi dati proposti

Organizzazione con foglio di calcolo:

Discussione delle incertezze per scuole superiori

| RED            |                      |
|----------------|----------------------|
| $\lambda$ (nm) | $\delta\lambda$ (nm) |
| 660            | 20                   |
| $V$            | $I$                  |
| [V]            | [ $\mu$ A]           |
| 1.50           | 69                   |
| 1.52           | 100                  |
| 1.55           | 150                  |
| 1.56           | 200                  |
| 1.57           | 249                  |
| 1.58           | 298                  |
| 1.59           | 402                  |
| 1.60           | 501                  |
| 1.60           | 601                  |
| 1.61           | 698                  |
| 1.62           | 799                  |
| 1.62           | 899                  |
| 1.62           | 1000                 |

| Orange         |                      |
|----------------|----------------------|
| $\lambda$ (nm) | $\delta\lambda$ (nm) |
| 630            | 20                   |
| $V$            | $I$                  |
| [V]            | [ $\mu$ A]           |
| 1.58           | 49                   |
| 1.62           | 101                  |
| 1.65           | 203                  |
| 1.67           | 300                  |
| 1.69           | 400                  |
| 1.70           | 500                  |
| 1.71           | 603                  |
| 1.72           | 700                  |
| 1.73           | 802                  |
| 1.73           | 899                  |
| 1.74           | 999                  |

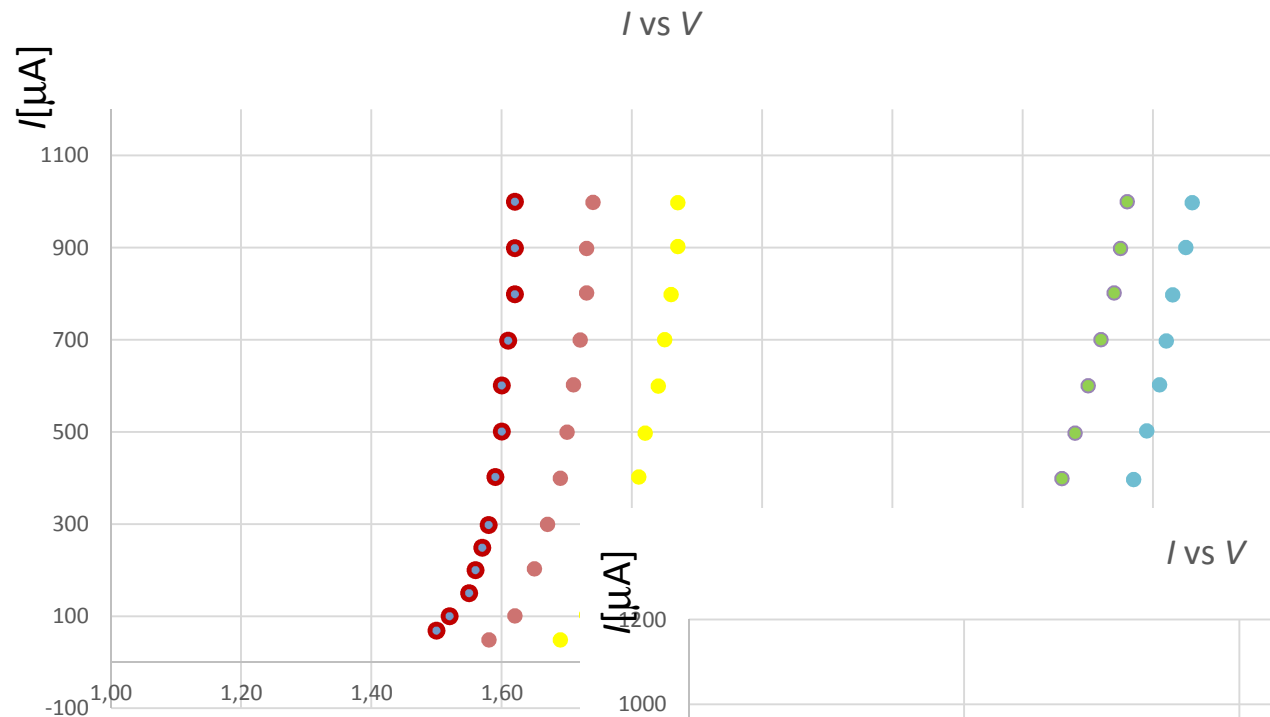
| Yellow         |                      |
|----------------|----------------------|
| $\lambda$ (nm) | $\delta\lambda$ (nm) |
| 600            | 25                   |
| $V$            | $I$                  |
| [V]            | [ $\mu$ A]           |
| 1.69           | 49                   |
| 1.73           | 103                  |
| 1.77           | 204                  |
| 1.79           | 302                  |
| 1.81           | 403                  |
| 1.82           | 498                  |
| 1.84           | 600                  |
| 1.85           | 701                  |
| 1.86           | 799                  |
| 1.87           | 903                  |
| 1.87           | 998                  |

| Green          |                      |
|----------------|----------------------|
| $\lambda$ (nm) | $\delta\lambda$ (nm) |
| 515            | 30                   |
| $V$            | $I$                  |
| [V]            | [ $\mu$ A]           |
| 2.26           | 51                   |
| 2.32           | 101                  |
| 2.39           | 203                  |
| 2.43           | 302                  |
| 2.46           | 399                  |
| 2.48           | 498                  |
| 2.50           | 601                  |
| 2.52           | 701                  |
| 2.54           | 802                  |
| 2.55           | 899                  |
| 2.56           | 1000                 |

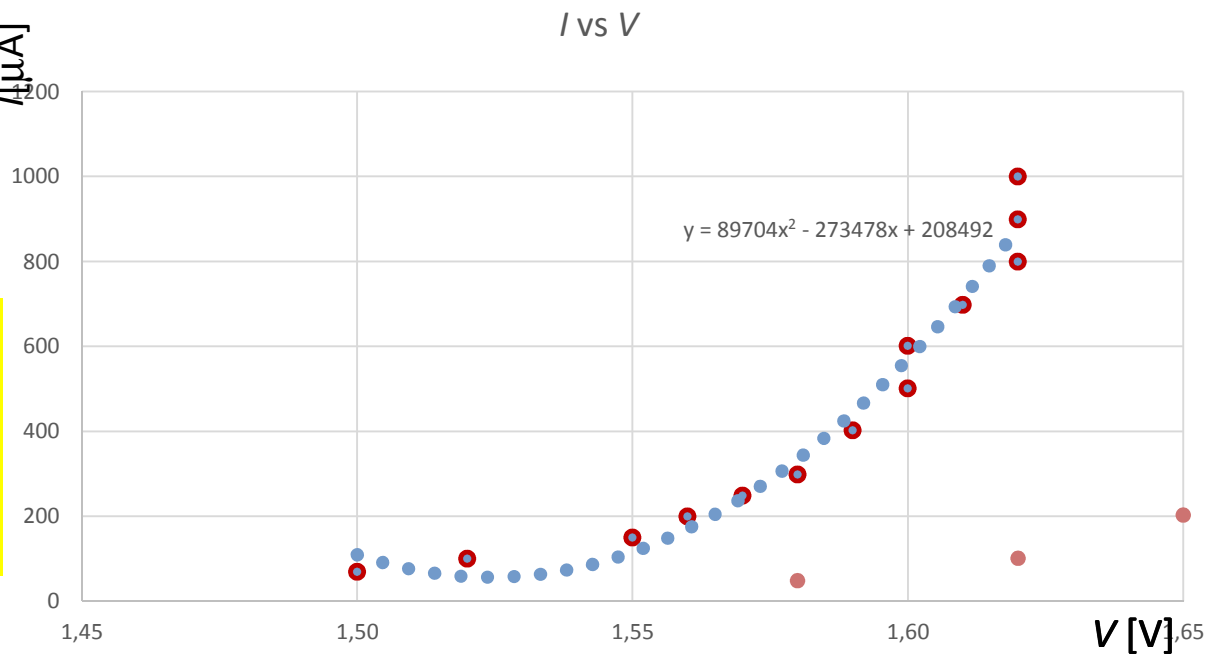
| Blu            |                      |
|----------------|----------------------|
| $\lambda$ (nm) | $\delta\lambda$ (nm) |
| 468            | 25                   |
| $V$            | $I$                  |
| [V]            | [ $\mu$ A]           |
| 2.43           | 49                   |
| 2.47           | 101                  |
| 2.52           | 201                  |
| 2.55           | 301                  |
| 2.57           | 397                  |
| 2.59           | 503                  |
| 2.61           | 603                  |
| 2.62           | 698                  |
| 2.63           | 798                  |
| 2.65           | 901                  |
| 2.66           | 998                  |



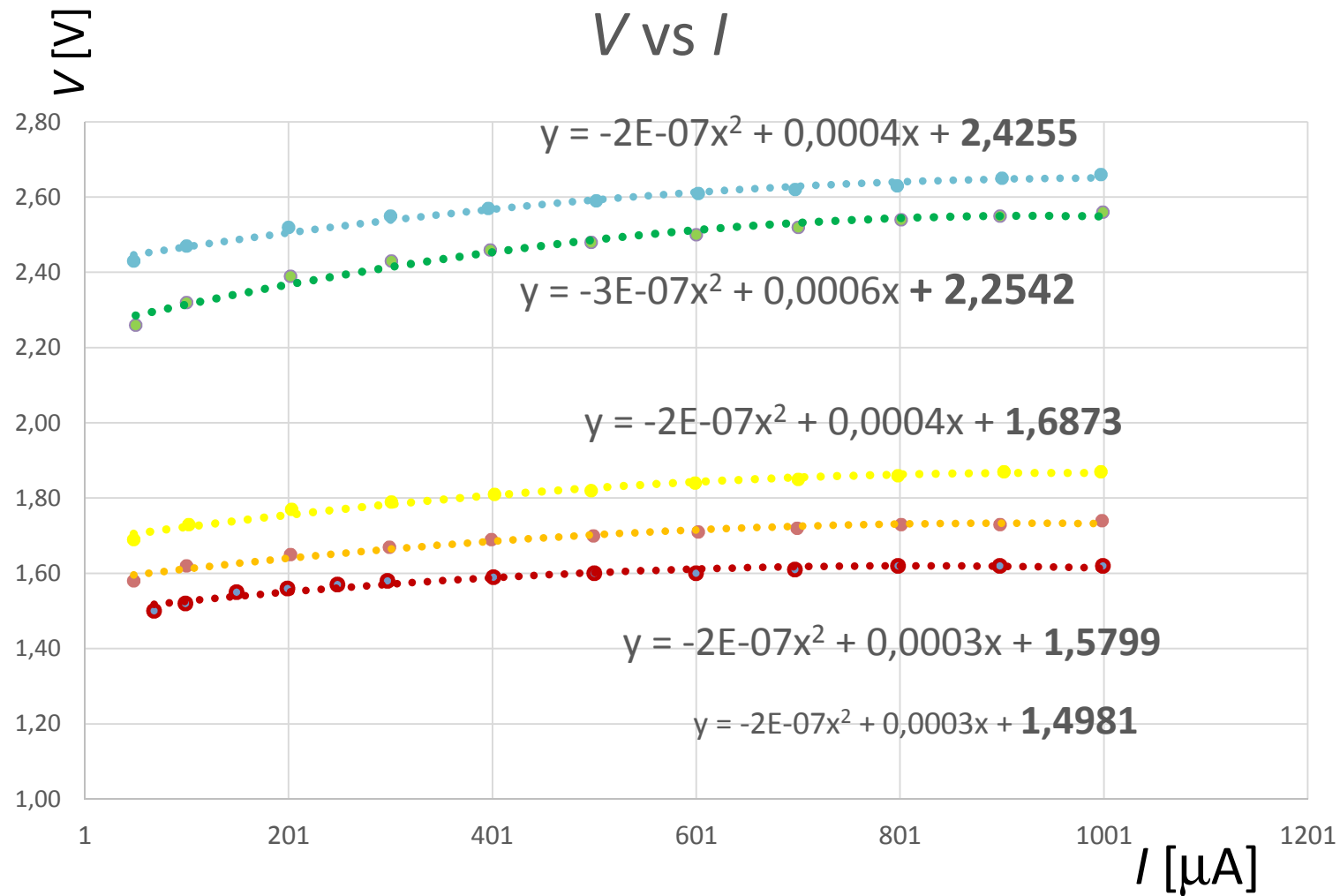
# Utile soprattutto al docente:



Gli studenti-corsisti non hanno preso dati per valori per  $I=0$  ed appena sopra lo zero. Polinomio di grado 2 non attraversa lo zero. Allora?

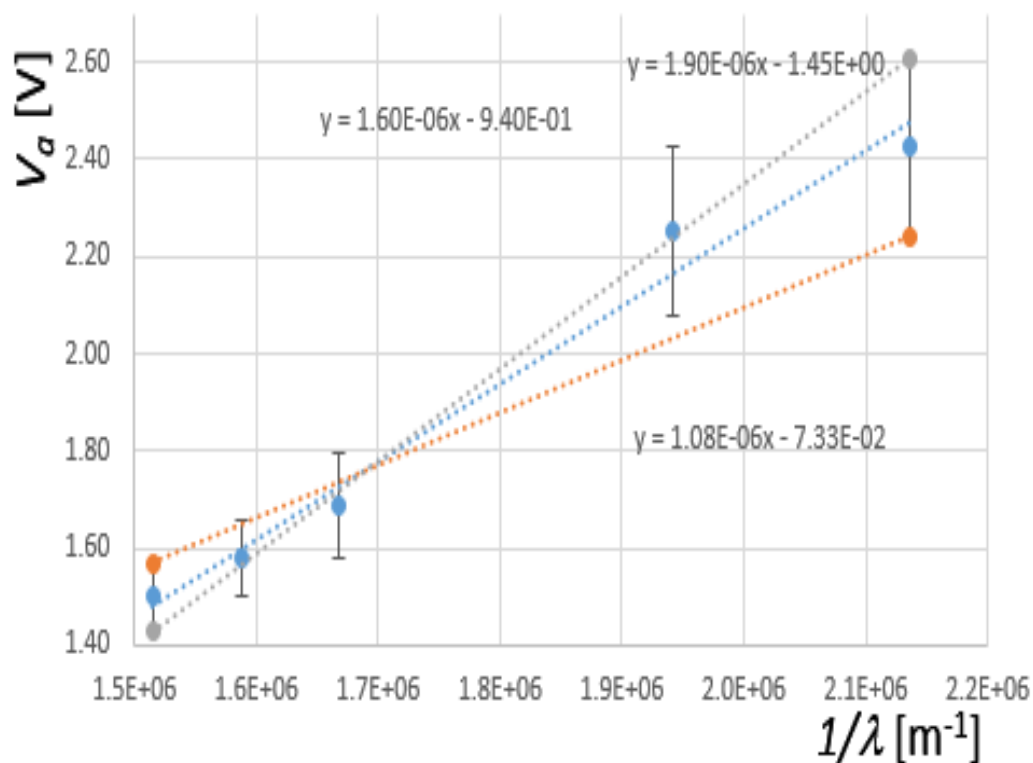


**Ma riporto  $V$  vs  $I$  invece di  $I$  vs  $V$**



$$V_a = hc/e\lambda + W/e$$

$V_a$  vs  $1/\lambda$



$B_{min}$

1.08E-06

Valore centrale

$B_{vc} = 1.49\text{E-}06$

$B_{max}$

1.90E-06

$\Delta_B/2 = 4.\text{E-}07$

semidispersione

$c = 2.99\text{E+}08 \text{ m s}^{-1}$

$e = 1.60\text{E-}19 \text{ C}$

$hc/e = B_{fit}$

0.0000016

$h_{fit} = 8.56\text{E-}34 \text{ J s}$

$h_{best} = 8.0\text{E-}34 \pm 2.2\text{E-}34 \text{ J s}$

dal valore centrale e semidispersione

1.02E-33

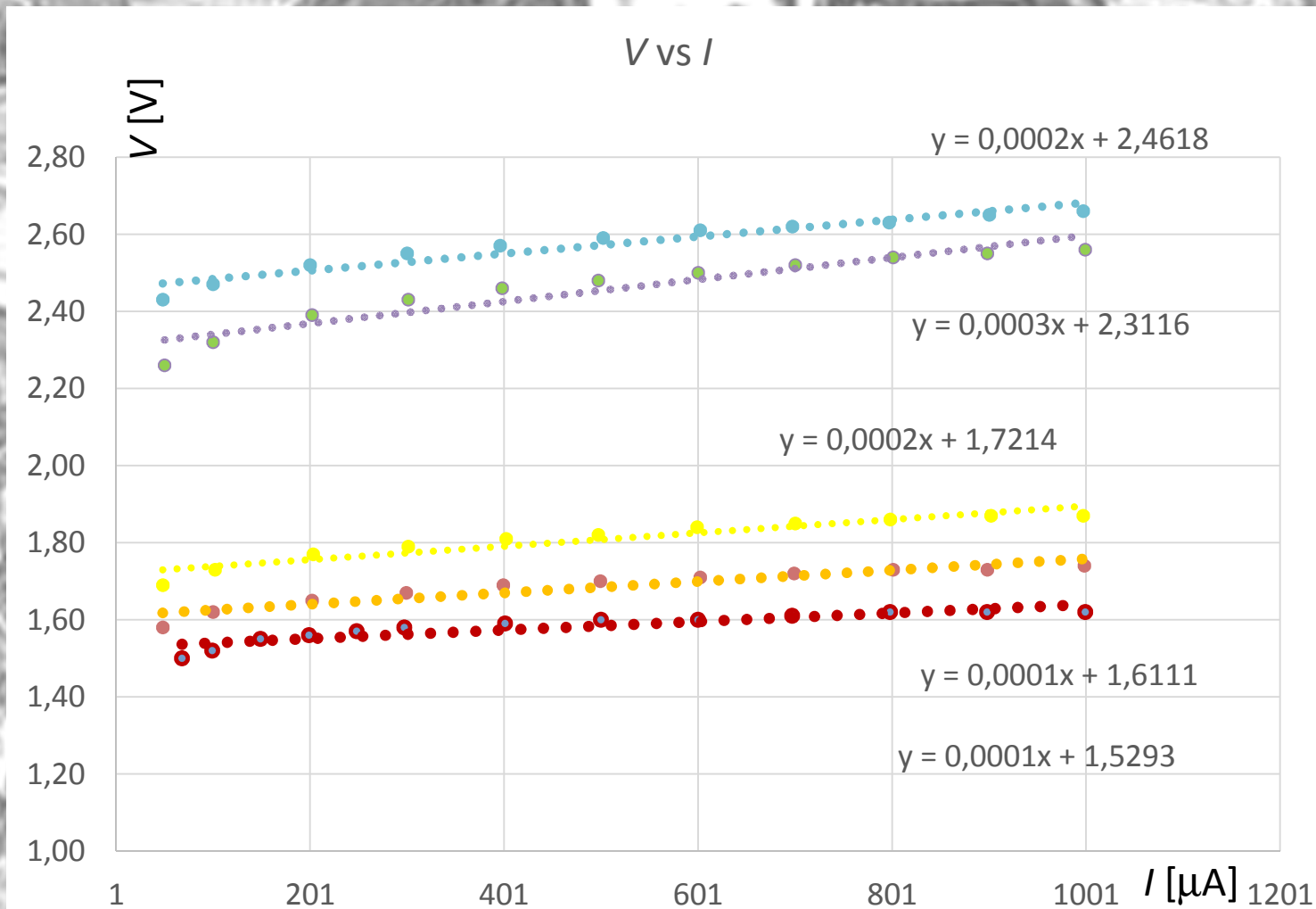
atteso

6.76 E-34

YES

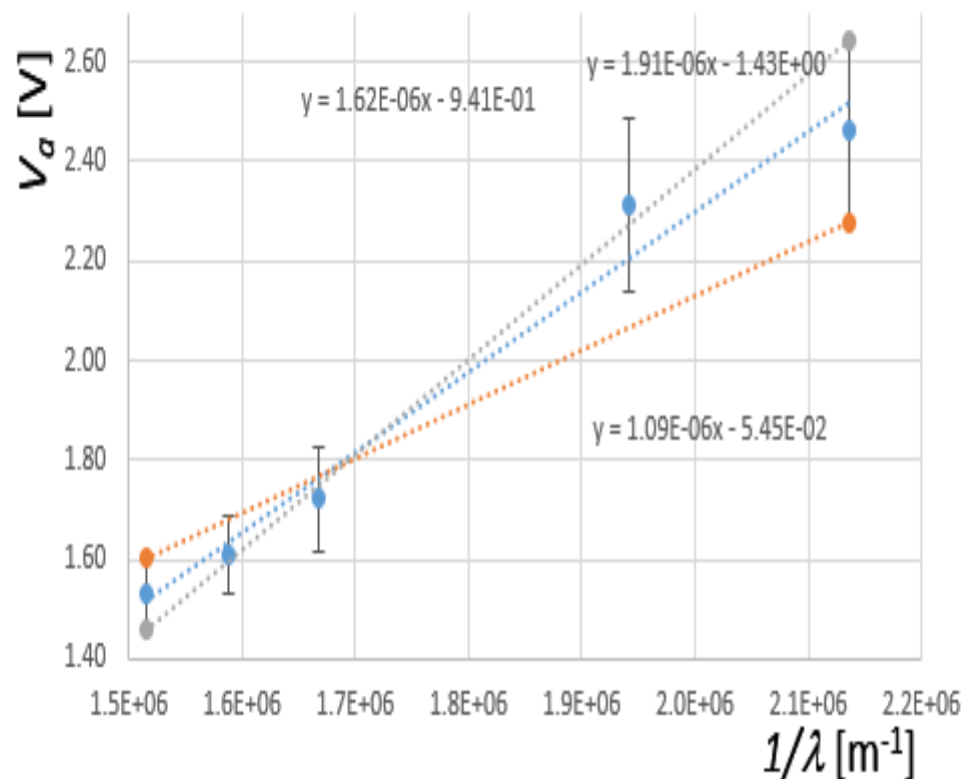
5.8E-34

## ... o regressione lineare con PC





$$V_a = hc/e\lambda + W/e \quad V_a \text{ vs } 1/\lambda$$



|           |          |                              |
|-----------|----------|------------------------------|
| $B_{min}$ | 1.09E-06 | Valore centrale              |
|           |          | $B_{vc} = 1.50\text{E-}06$   |
| $B_{max}$ | 1.91E-06 | $\Delta_B/2 = 4.\text{E-}07$ |
|           |          | semidispersione              |

$$c = 2.99\text{E+}08 \text{ m s}^{-1}$$

$$e = 1.60\text{E-}19 \text{ C}$$

$$hc/e = B_{fit} \quad 1.62\text{E-}06$$

$$h_{fit} = 8.67\text{E-}34 \text{ J s}$$

$$h_{best} = 8.0\text{E-}34 \pm 2.2\text{E-}34 \text{ J s}$$

dal valore centrale e semidispersione

$$1.02\text{E-}33$$

atteso 6.76 E-34 YES

$$5.8\text{E-}34$$

## ***t* impiegato per fare l'analisi**

Con il foglio di calcolo già predisposto il tempo maggiore è stato inserire i dati.

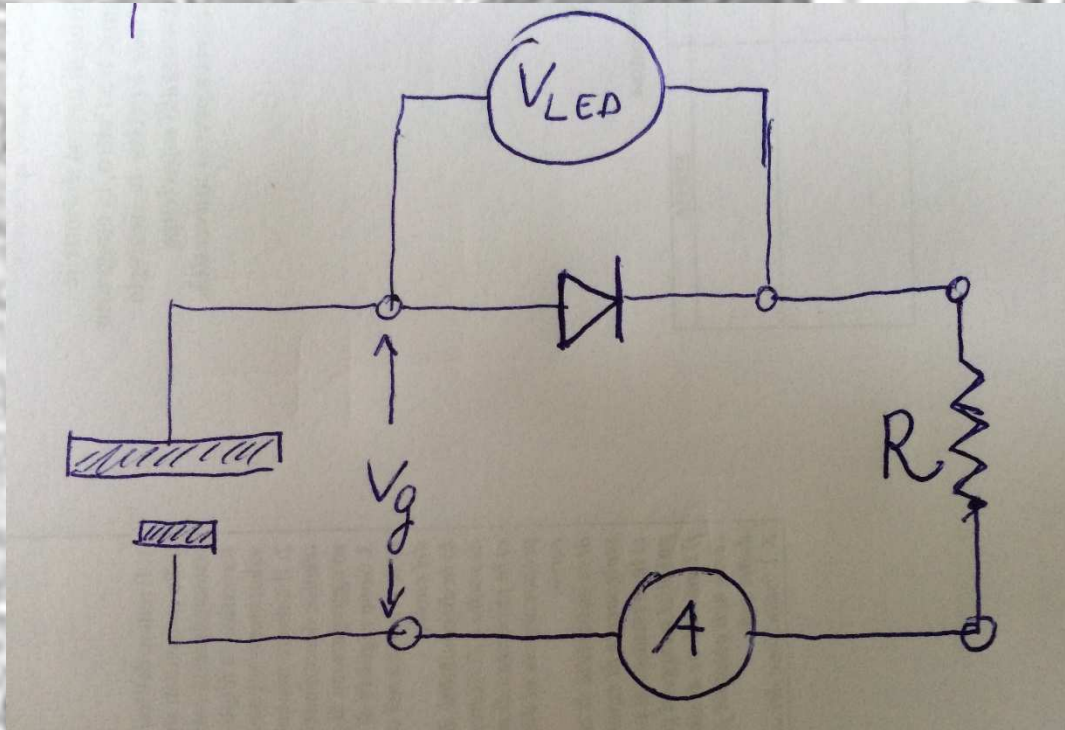
Ma ... io avevo chiesto oltre alla scrittura sul diario di laboratorio, di fornire un file con incolonnati i dati in modo appropriato (fornito da me).

## ***t* impiegato 10 minuti**

Altra possibilità acquisire i dati con PC, ma ... bisogna dedicare tempo a organizzare in modo appropriato l'esperienza ed il trasferimento dei dati.



# PC: misura di $h$ con LED



Schema iniziale semplice:

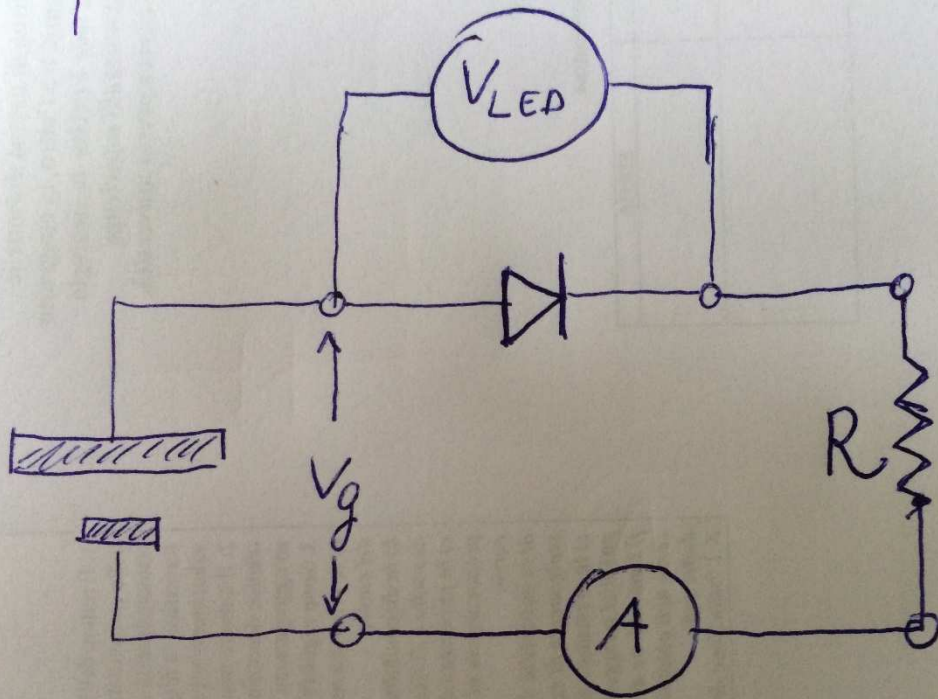
Complicazioni:  
Proteggere i LED  
Conservativo: max 20 mA,

## CARATTERISTICHE DEL SENSORE

|                           |                                                      |
|---------------------------|------------------------------------------------------|
| Campo di misura:          | DC -1.0 ~ +1.0 A                                     |
| Risoluzione:              | $\pm 0.6\text{mA}$ (12bit)                           |
| Proprietà del circuito:   | Sensore con isolamento di messa a terra indipendente |
| Dissipazione di energia:  | Max 5W (0.01 $\Omega$ )                              |
| Impostazioni della sonda: | impostazione del punto zero                          |

Sensore di corrente con  
Risoluzione 600  $\mu\text{A}$ .

# Applicazione alla misura di $h$ con LED



Schema iniziale semplice:

Complicazioni:

Proteggere i LED max 20 mA,  
Sensore di corrente con  
Risoluzione 600  $\mu$ A..

## SENSORE GALVANOMETRICO

Il sensore galvanometrico misura solo correnti inferiori a  $\pm 12,5$  mA, con un range selezionabile dall'utente.

È pertanto utile per tutti gli esperimenti che prevedano la misura di correnti deboli.

|                              |                                                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Range:                       | DC $\pm 12,5$ mA, $\pm 1,25$ mA, $\pm 0,125$ mA     |
| Risoluzione:                 | $\pm 0,06$ $\mu$ A                                  |
| Caratteristiche speciali:    | il sensore è galvanicamente isolato da terra        |
| Range di misurazione minima: | $\pm 0,001$ mA ( $1 \mu$ A)                         |
| Tolleranza:                  | Max. 250mW                                          |
| Impostazioni del Sensore:    | Impostazione del punto Zero, Impostazione del Range |

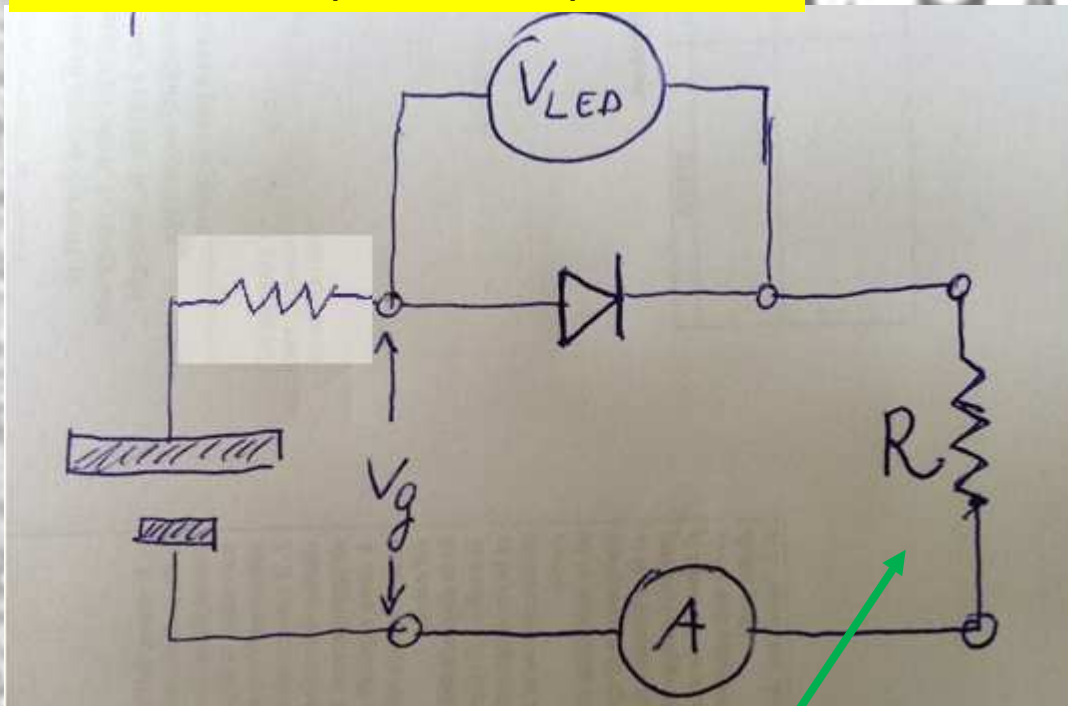
Sensore  
galvanometrico:  
Ulteriore protezione  
a 12.5 mA .

Protezione  
**NECESSARIA**



# Applicazione alla misura di $h$ con LED

Resistenza di protezione per il LED



Il galvanometro richiede una resistenza di protezione  $R_p$ .  
Per erogare meno di  $I_p$  mA, dipende dal generatore  
 $R_p > V_{gen} / I_p$

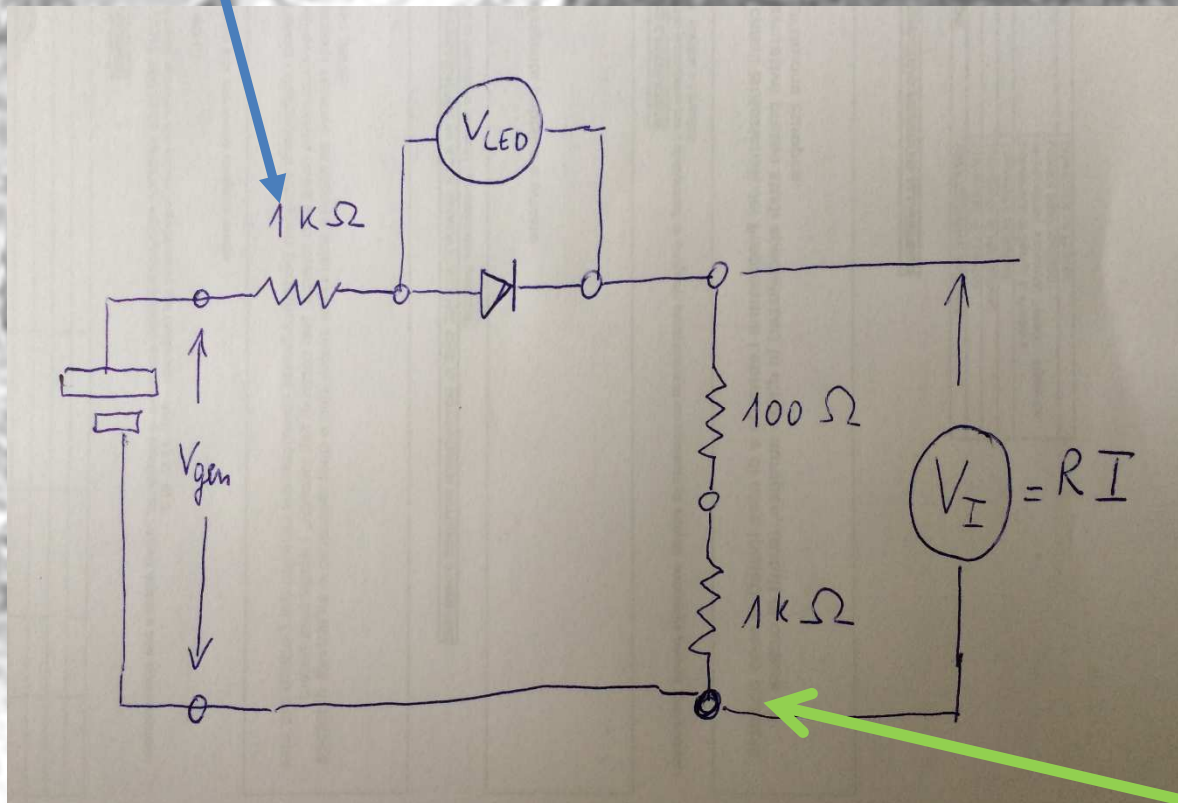
$I_p < 20$  mA,  
 $R_p > 30$  V / 20 mA = 1.5 k $\Omega$ .

Insieme a Giuseppe abbiamo utilizzato un sensore di tensione per misurare la caduta su  $R$ .



# Circuito finale utilizzato per le prove, con due sensori di tensione

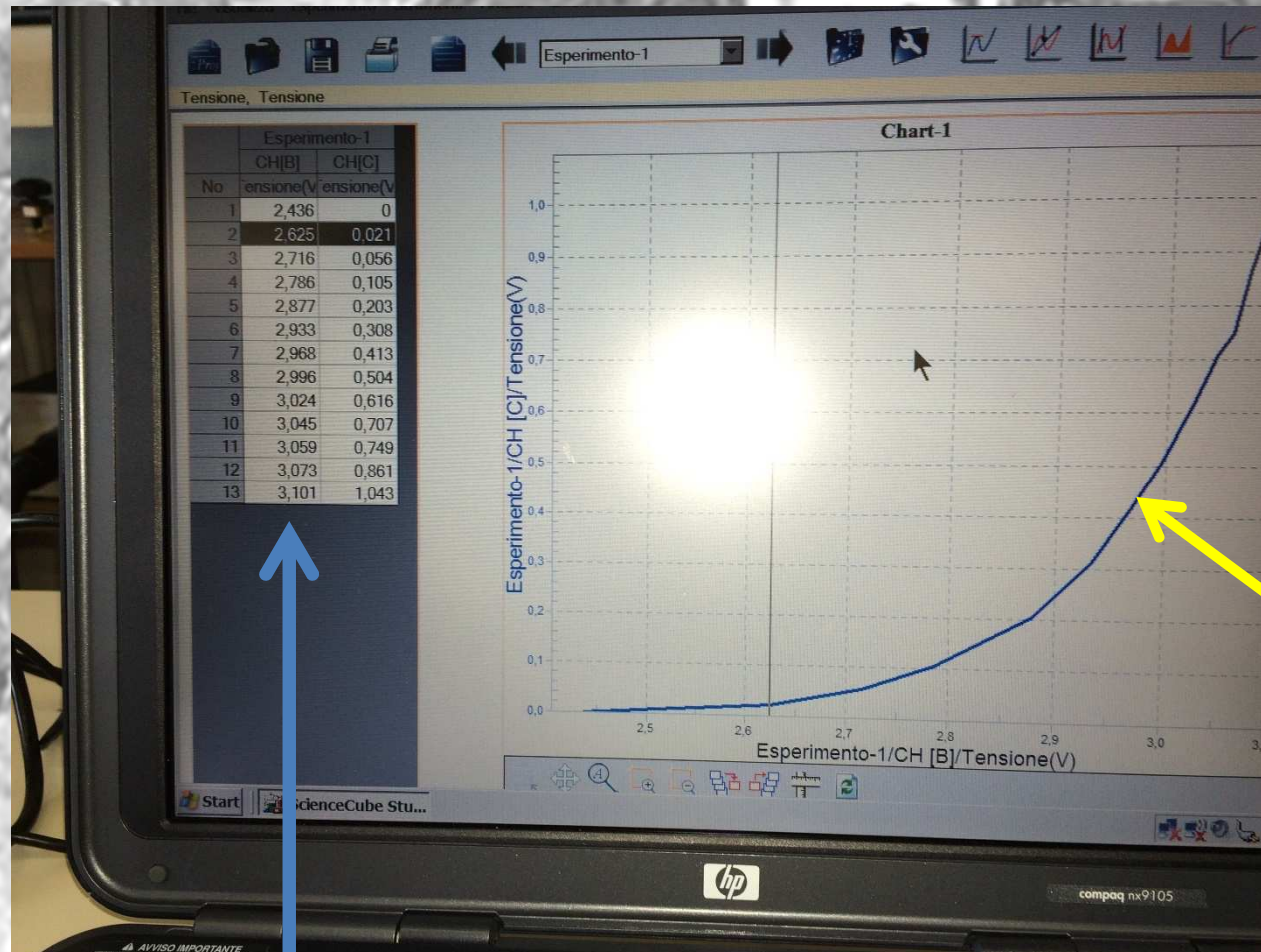
Resistenza di protezione per il LED



La resistenza di protezione a seconda della tensione massima del generatore.

Resistenza per avere una caduta di tensione, risolvibile dai sensori di tensione.

# Dati di prova acquisiti

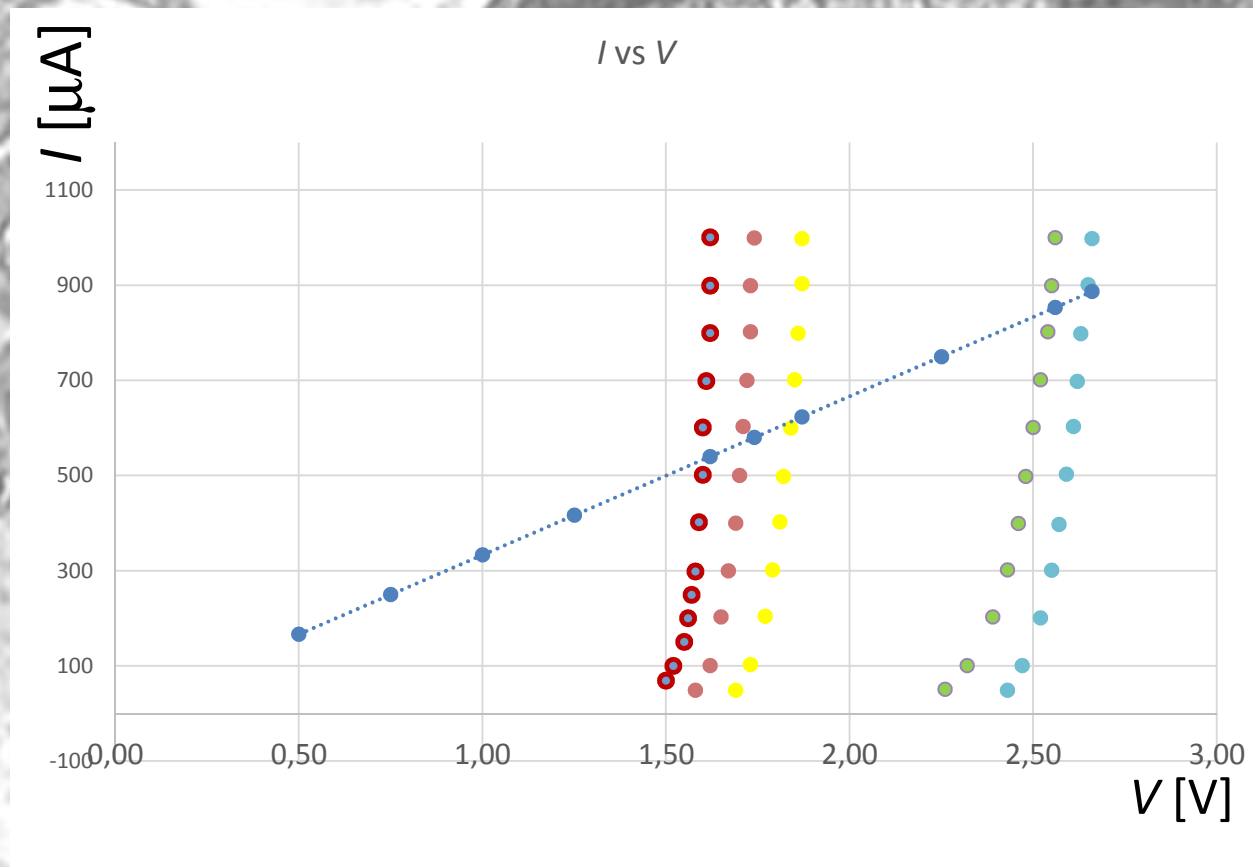


il grafico va sistemato,  
punti invece di spezzate

I dati sono dei punti.



# Acquisizione LED da PC e sovrapposizione di $V=RI$



# Utilizzo del calorimetro e PT 100

- Verifica  $V=RI$ , o come nel grafico  $I=V/R$
- $R$  varia al variare della temperatura.
- Il PT100 è un sensore di temperatura, utilizzo un altro PT100 per vedere la variazione di  $R$  in funzione di  $T$ .



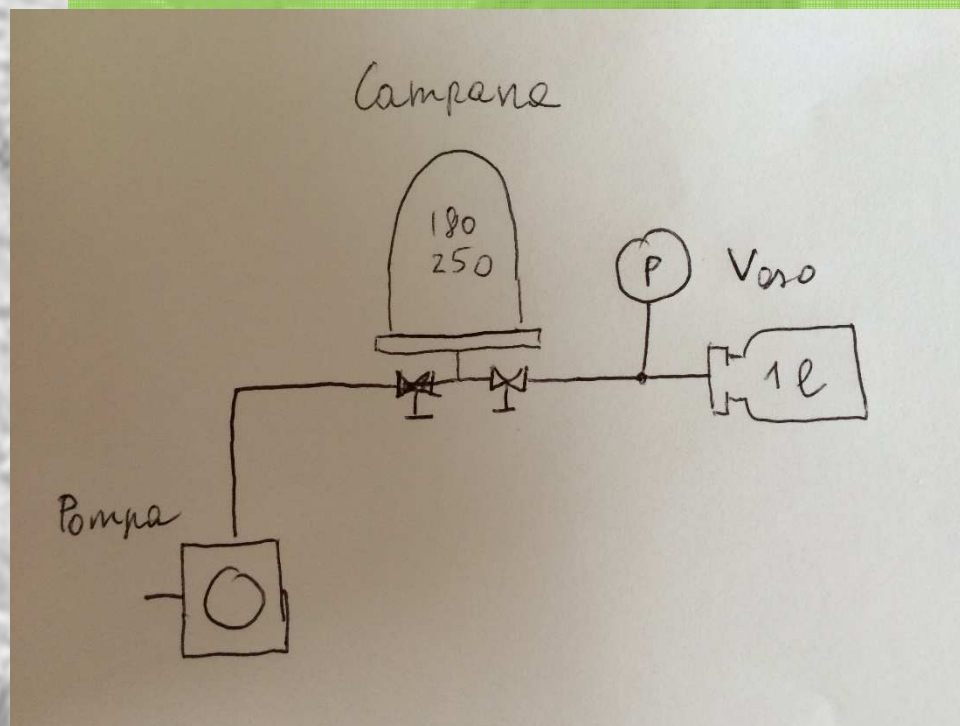
# Proposta per improvvisazione

|                                          |         |        |               |                           |
|------------------------------------------|---------|--------|---------------|---------------------------|
| Misuratore con precisione al 1 per mille |         |        |               |                           |
|                                          |         |        | 3 cifre       | 4 cifre                   |
|                                          |         |        | Significative |                           |
|                                          | P prima | P dopo |               |                           |
|                                          | 1027    | 915.1  | 1.12          | 1.122                     |
|                                          | 917.4   | 818.2  | 1.12          | 1.121                     |
|                                          | 819.2   | 731.8  | 1.12          | 1.119                     |
|                                          | 731.8   | 652.8  | 1.12          | 1.121                     |
|                                          | 653.8   | 583.4  | 1.12          | 1.121                     |
|                                          |         |        |               |                           |
|                                          |         |        |               |                           |
|                                          |         |        | non           | 1.121 media               |
|                                          |         |        |               | deviazione                |
|                                          |         |        | si osserva    | 0.0010 standard           |
|                                          |         |        | alcuna        |                           |
|                                          |         |        | differenza    | 0.0009 errore percentuale |

Legge di espansione dei gas con campana da vuoto divulgativa e vaso per uso alimentare in vetro.

Raccorderia, tubi e valvoline tipo aria compressa, reperibili presso negozi dedicati, a Ferrara ce ne sono.

## Adatto la mia idea (provata) alla situazione disponibile nel lab della scuola



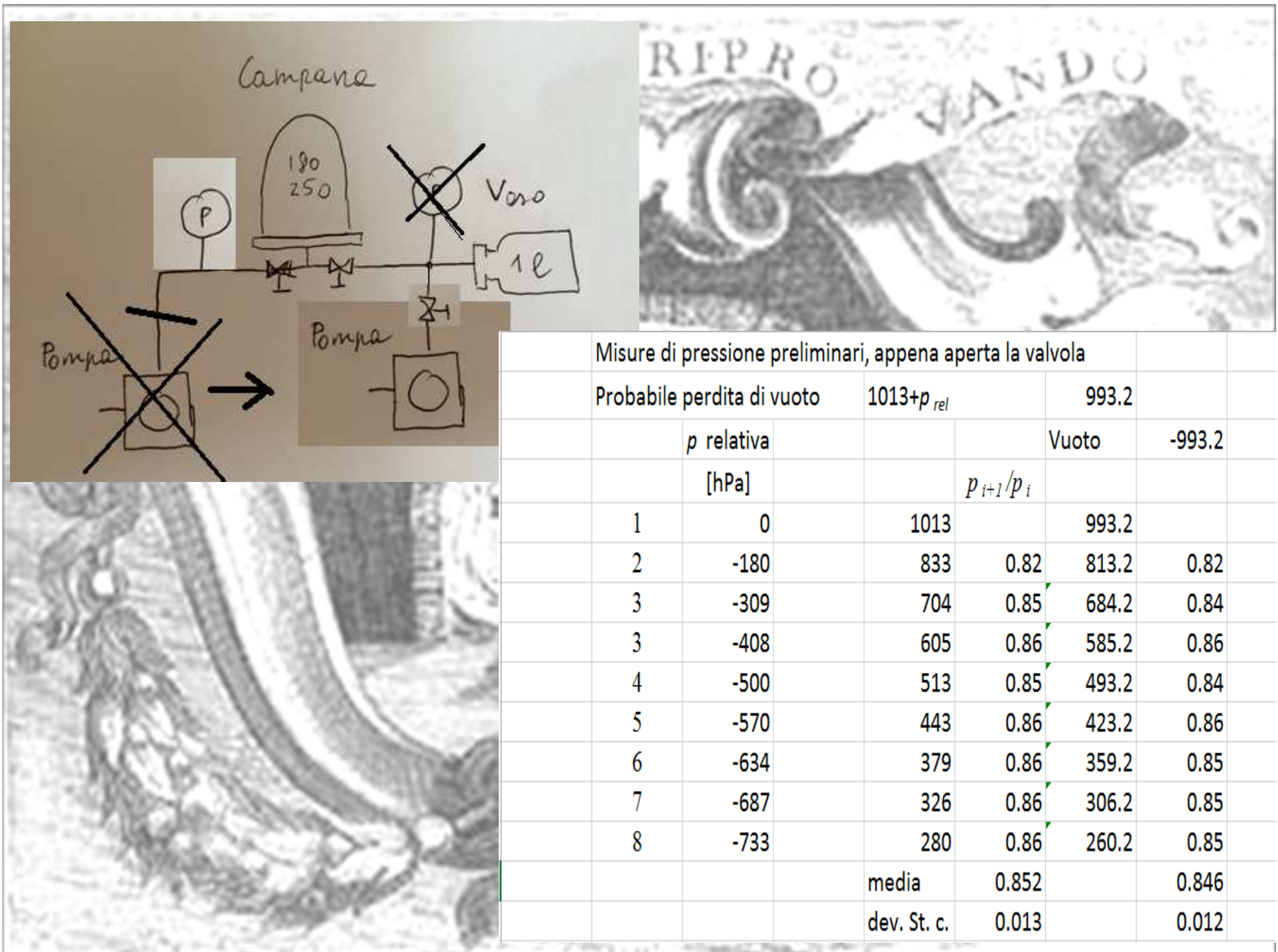
|                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| Campo di misura:         | -1000 ~ 3000 hPa                   |
| Risoluzione:             | $\pm 1.2$ hPa                      |
| Range di protezione:     | -1000 ~ 3050 hPa                   |
| Grandezza misurata:      | pressione differenziale (relativa) |
| Tempo medio di risposta: | 0.2 ms                             |





| PREVISIONE VARIAZIONE DI PRESSIONE |                                          |                               |             |
|------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------|
|                                    |                                          |                               |             |
|                                    |                                          | $p_1 V_v = p_2 (V_v + V_c)$   |             |
|                                    |                                          | $p_2 V_v = p_3 (V_v + V_c)$   |             |
|                                    |                                          |                               |             |
|                                    |                                          | $p_2/p_1 = (V_v)/(V_v + V_c)$ | costante    |
| $V_c$                              |                                          |                               |             |
| $d_c =$                            | 1.80 dm                                  |                               |             |
| $h_c =$                            | 2.50 dm                                  |                               |             |
| $V_c =$                            | 6.361725 l                               |                               |             |
| $V_c =$                            | 6.362 l                                  |                               |             |
|                                    |                                          |                               |             |
| $V_v =$                            | 1 l                                      |                               |             |
|                                    |                                          |                               |             |
|                                    | Previsione                               | $p_2/p_1 =$                   | 0.135833    |
|                                    | <u>incertezza di lettura della sonda</u> |                               | risoluzione |
|                                    | Parto da 1 atm                           | 1000.0                        | hPa         |
|                                    |                                          |                               | incertezza  |
|                                    | $p_2 =$                                  | 135.8                         |             |
|                                    | $p_3 =$                                  | 18.5                          |             |
|                                    | $p_4 =$                                  | 2.5                           |             |

|           |                                          |                               |          |  |
|-----------|------------------------------------------|-------------------------------|----------|--|
| se usassi | 3 l                                      |                               |          |  |
| $V_v =$   | 3 l                                      |                               |          |  |
|           | Previsione                               | $p_2/p_1 =$                   | 0.320444 |  |
|           |                                          |                               |          |  |
|           | Parto da 1 atm                           | 1000.0                        | hPa      |  |
|           |                                          | $p_2 =$                       | 320.4    |  |
|           |                                          | $p_3 =$                       | 102.7    |  |
|           |                                          | $p_4 =$                       | 32.9     |  |
|           |                                          | $p_5 =$                       | 10.5     |  |
|           |                                          | $p_c =$                       | 3.4      |  |
|           | Se espandessi dalla campana              |                               |          |  |
|           |                                          | $p_1 V_c = p_2 (V_v + V_c)$   |          |  |
|           |                                          |                               |          |  |
|           |                                          | $p_2/p_1 = (V_c)/(V_v + V_c)$ |          |  |
|           | $V_c$                                    |                               |          |  |
|           | $d_c =$                                  | 1.80 dm                       |          |  |
|           | $h_c =$                                  | 2.50 dm                       |          |  |
|           | $V_c =$                                  | 6.361725 l                    |          |  |
|           | $V_c =$                                  | 6.362 l                       |          |  |
|           |                                          |                               |          |  |
|           | $V_v =$                                  | 1 l                           |          |  |
|           |                                          |                               |          |  |
|           | Previsione                               | $p_2/p_1 =$                   | 0.864167 |  |
|           | <u>incertezza di lettura della sonda</u> |                               |          |  |
|           | Parto da 1 atm                           | 1013.0                        | hPa      |  |
|           |                                          | $p_2 =$                       | 875.4    |  |
|           |                                          | $p_3 =$                       | 756.5    |  |
|           |                                          | $p_4 =$                       | 653.7    |  |
|           |                                          | $p_5 =$                       | 564.9    |  |





# Evacuazione di un volume di gas

## Legge di decadimento esponenziale

$$\left( \frac{dP}{dt} = - \text{costante } P \right) \text{ ha per soluzione : } P = P_0 \cdot e^{-t/\tau}$$

Decadimenti radioattivi :

numero di atomi radioattivi che decadono nel tempo proporzionale al  $N$

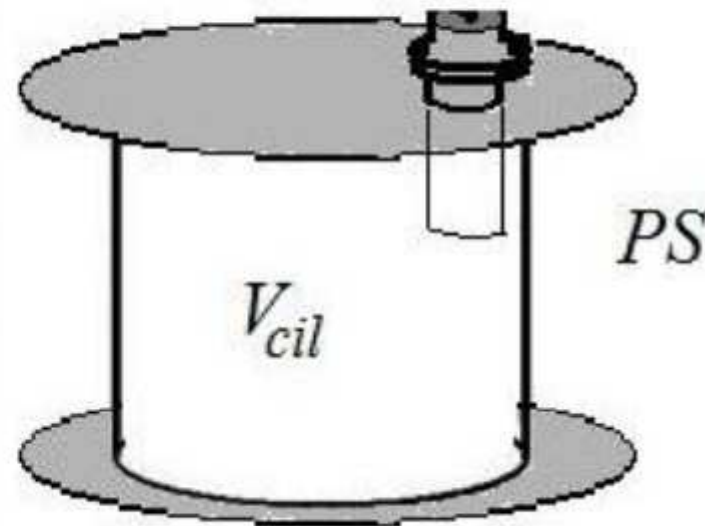
$$\left( \frac{dN}{dt} = - \text{costante } N \right) \text{ ha per soluzione : } N = N_0 \cdot e^{-t/\tau}$$

Decadimento dell'intensità di particelle negli acceleratori :

$$\left( \frac{dI}{dt} = - \text{costante } I \right) \text{ ha per soluzione : } I = I_0 \cdot e^{-t/\tau}$$

# Evacuazione di un volume

- $P$  varia, consideriamo il volume del contenitore  $V_{cil}$  volume
- $(P_f - P_i)V_{cil} = Q = PS$
- $= -dP/dt = S/V_{cil} P$
- La soluzione è:
- $P = P_o e^{-S/V_{cil} t} \equiv P = P_o e^{-t/\tau}$
- $\tau$  è detta costante di tempo  
 $\tau = V_{cil} / S$
- In un tempo  $t = \tau$  la pressione si riduce rispetto al valore iniziale ( $P_o$ ) a  $P = P_o/e$ .
- Vediamo sperimentalmente se è così.





# Verifica della legge

Legge di decadimento esponenziale

$$P = P_0 e^{-t/\tau}$$

pressione in funzione del tempo

