



UNIVERSITÀ
DICAMERINO

Camerino 13 marzo 2013

SCUOLA DI SCIENZE E TECNOLOGIE

Didattica delle strumentazioni e analisi dati - 2

Prof. Angelo Angeletti
Liceo Scientifico "G.Galilei" - Macerata

www.angeloangeletti.it - angelo.angeletti@virgilio.it

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

- PROPORZIONALITA' DIRETTA $y = kx$
- DIPENDENZA LINEARE $y = kx + q$
- PROPORZIONALITA' INVERSA $y = \frac{k}{x}$
- PROPORZIONALITA' QUADRATICA $y = kx^2$
- DIPENDENZA FUNZIONALE $f(x, y, k, q) = 0$

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

ALGEBRICAMENTE

GRAFICAMENTE



DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

PROPORZIONALITA' DIRETTA

m [g]	Δm [g]	V [cm ³]	ΔV [cm ³]	k [g/cm ³]	Δk [g/cm ³]	k- Δk [g/cm ³]	k+ Δk [g/cm ³]
22,44	0,01	3,08	0,06	7,2857	0,1452	7,1405	7,4309
27,98	0,01	3,83	0,07	7,3055	0,1361	7,1694	7,4416
33,50	0,01	4,55	0,08	7,3626	0,1317	7,2309	7,4943
39,67	0,01	5,40	0,09	7,3463	0,1243	7,2220	7,4706
44,97	0,01	6,14	0,11	7,3241	0,1328	7,1913	7,4569
50,66	0,01	6,90	0,11	7,3420	0,1185	7,2235	7,4605
56,03	0,01	7,65	0,12	7,3242	0,1162	7,2080	7,4404
62,01	0,01	8,44	0,15	7,3472	0,1318	7,2154	7,4790
67,69	0,01	9,23	0,15	7,3337	0,1203	7,2134	7,4540
73,33	0,01	10,00	0,16	7,3330	0,1183	7,2147	7,4513

$$k = \frac{m}{V}$$

$$\Delta k = \frac{V\Delta m + m\Delta V}{V^2}$$

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

PROPORZIONALITA' DIRETTA

m (g)	Δm (g)	V (cm ³)	ΔV (cm ³)	k (g/cm ³)	Δk (g/cm ³)	k- Δk (g/cm ³)	k+ Δk (g/cm ³)
22,44	0,01	3,08	0,06	7,2857	0,1452	7,1405	7,4309
27,98	0,01	3,83	0,07	7,3055	0,1361	7,1694	7,4416
33,50	0,01	4,55	0,08	7,3626	0,1317	7,2309	7,4943
39,67	0,01	5,40	0,09	7,3463	0,1243	7,2220	7,4706
44,97	0,01	6,14	0,11	7,3241	0,1328	7,1913	7,4569
50,66	0,01	6,90	0,11	7,3420	0,1185	7,2235	7,4605
56,03	0,01	7,65	0,12	7,3242	0,1162	7,2080	7,4404
62,01	0,01	8,44	0,15	7,3472	0,1318	7,2154	7,4790
67,69	0,01	9,23	0,15	7,3337	0,1203	7,2134	7,4540
73,33	0,01	10,00	0,16	7,3330	0,1183	7,2147	7,4513

$$\max(k - \Delta k) < \min(k + \Delta k)$$

MISURE COMPATIBILI

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

PROPORZIONALITA' DIRETTA

P (g)	ΔP (g)	V (cm ³)	ΔV (cm ³)	k (g/cm ³)	Δk (g/cm ³)	k- Δk (g/cm ³)	k+ Δk (g/cm ³)
22,44	0,01	3,08	0,06	7,2857	0,1452	7,1405	7,4309
27,98	0,01	3,83	0,07	7,3055	0,1361	7,1694	7,4416
33,50	0,01	4,55	0,08	7,3626	0,1317	7,2309	7,4943
39,67	0,01	5,40	0,09	7,3463	0,1243	7,2220	7,4706
44,97	0,01	6,14	0,11	7,3241	0,1328	7,1913	7,4569
50,66	0,01	6,90	0,11	7,3420	0,1185	7,2235	7,4605
56,03	0,01	7,65	0,12	7,3242	0,1162	7,2080	7,4404
62,01	0,01	8,44	0,15	7,3472	0,1318	7,2154	7,4790
67,69	0,01	9,23	0,15	7,3337	0,1203	7,2134	7,4540
73,33	0,01	10,00	0,16	7,3330	0,1183	7,2147	7,4513

$$k = (7,33 \pm 0,13) \text{ g/cm}^3$$

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

PROPORZIONALITA' INVERSA

A [cm ²]	ΔA [cm ²]	h [cm]	Δh [cm]	V = Ah [cm ³]	ΔV [cm ³]	V-ΔV [cm ³]	V+ΔV [cm ³]
26,7	0,5	17,0	0,5	454	22	432	476
31,6	0,5	14,3	0,5	452	23	429	475
43,5	0,6	10,2	0,5	444	28	416	472
56,3	0,7	8,7	0,5	490	34	456	524
67,9	0,7	7,2	0,5	489	39	450	528
102,1	0,9	4,5	0,5	459	55	404	514

$$k = xy$$

$$\Delta k = x\Delta y + y\Delta x$$

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

PROPORZIONALITA' QUADRATICA

h [m]	Δh [m]	t [s]	Δt [s]	$k=h/t^2$ [m/s ²]	Δk [m/s ²]	$k - \Delta k$ [m/s ²]	$k + \Delta k$ [m/s ²]
0,241	0,001	0,22176	0,00003	4,901	0,022	4,879	4,923
0,284	0,001	0,24098	0,00002	4,891	0,018	4,873	4,909
0,305	0,001	0,2497	0,00004	4,892	0,018	4,874	4,910
0,388	0,001	0,28156	0,00004	4,894	0,014	4,880	4,908
0,391	0,001	0,28247	0,00002	4,900	0,013	4,887	4,913
0,917	0,001	0,43269	0,00002	4,898	0,006	4,892	4,904

$$k = y / x^2$$

$$\delta k = 2\delta x + \delta y$$

$$\Delta k = \delta k \cdot \bar{k}$$

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

PROPORZIONALITA' QUADRATICA

x			y			Dx	Dy	k	q
0,9	±	0,1	3,6	±	0,1	1,8	5,2	2,889	0,99
2,7	±	0,1	8,8	±	0,2	0,8	2,3	2,875	0,97
3,5	±	0,2	11,1	±	0,2	0,6	2,0	3,333	0,95
4,1	±	0,2	13,1	±	0,3	1,2	3,2	2,667	1,21
5,3	±	0,3	16,3	±	0,3	1,2	3,7	3,083	0,93
6,5	±	0,3	20,0	±	0,4	0,9	2,5	2,778	1,15
7,4	±	0,4	22,5	±	0,4				1,04
						valori medi		2,9	1,03
						incertezze		0,3	0,14

METODO GRAFICO

1 - Orientare il foglio di carta millimetrata

Poiché il foglio è rettangolare è necessario orientarlo (in orizzontale o in verticale) a seconda delle misure da rappresentare.

Ci si regola tenendo conto del principio generale secondo il quale il grafico deve essere il più grande possibile. Contando i centimetri del foglio di carta millimetrata e valutando le grandezze da rappresentare, si pone sul lato lungo quella che assume valori maggiori.

Sull'asse x si mette la variabile indipendente.
Se una grandezza è il tempo va considerata come variabile indipendente.

METODO GRAFICO

2 - Definire la scala

In genere le grandezze da rappresentare non sono dello stesso tipo e certamente non sono sempre centimetri; è quindi necessario stabilire a cosa corrisponde 1 cm sulla carta millimetrata, sia in orizzontale sia in verticale.

Dobbiamo cioè definire il fattore di scala sia per l'asse x (f_{sx}), sia per l'asse y (f_{sy}).

Vale la seguente proporzione:

$$\frac{\text{Valore massimo da rappresentare}}{\text{Numero cm}} = \frac{f_s}{1 \text{ cm}}$$

METODO GRAFICO

Quando si valuta il massimo valore bisogna tener conto anche dell'incertezza.

È sempre bene approssimare il f_s ad un numero tipo 0,1; 0,2; 0,5 o addirittura alle unità.

L'approssimazione deve essere fatta sempre per eccesso.

Una volta individuati f_{sx} e f_{sy} è bene riportarli in un angolo del foglio di carta millimetrata.

METODO GRAFICO

3 – Rappresentare i dati

Dopo aver determinato i fattori di scala f_{sx} e f_{sy} è consigliabile costruire una nuova tabella dove i valori dei dati sperimentali siano espressi nei centimetri da riportare sulla carta millimetrata.

I nuovi valori si ottengono dalla proporzione:

$$\text{Valore} : \text{Valore(cm)} = f_s : 1\text{cm}$$

$$\text{Valore(cm)} = \frac{\text{Valore}}{f_s}$$

ATTENZIONE

Vanno calcolati anche i nuovi valori delle incertezze.

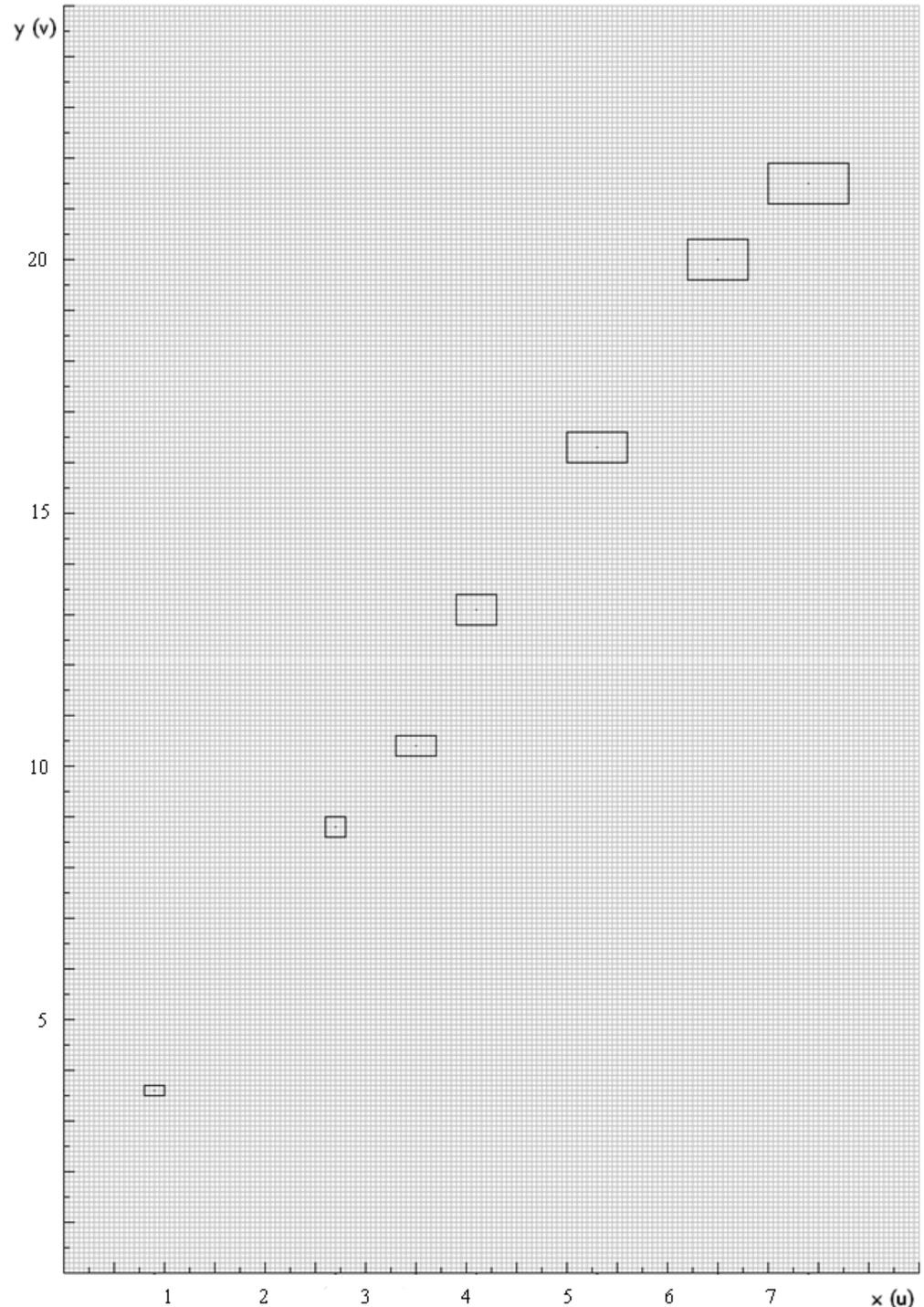
METODO GRAFICO

È bene riportare ai margini del foglio i nomi delle grandezze e l'unità di misura.

Infine vanno riportati i valori sul foglio ricordando di rappresentare l'errore.

Ad ogni dato corrisponde un rettangolino (!!!).

Si eviti di tracciare troppe righe.



METODO GRAFICO

La prima analisi si fa a “occhio”.

Si osserva come si dispongono i dati e si cerca la relazione più semplice.

Se i dati si dispongono approssimativamente lungo una retta

$$y = kx + q$$

Se “y decresce al crescere di x”

$$y = k/x$$

Se “y cresce al crescere di x”, ma i dati si dispongono lungo una curva

$$y = kx^2$$

METODO GRAFICO

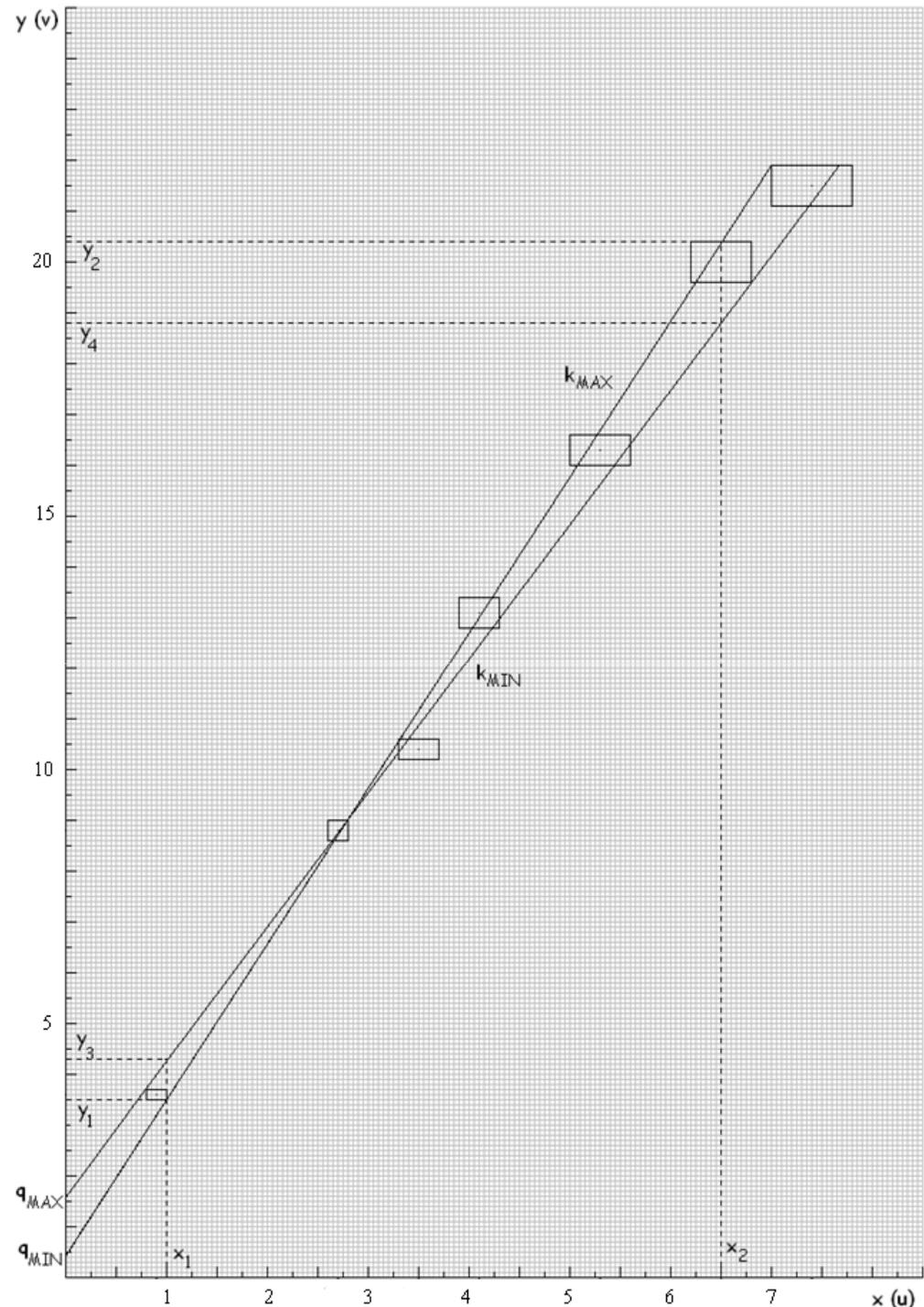
Con la riga si disegnano le rette che, passando attraverso tutti i rettangoli (o per la maggior parte di essi), hanno l'inclinazione massima (k_{MAX}) e quella minima (k_{MIN}).

Queste incontrano l'asse y in due punti che sono rispettivamente

q_{MIN} e q_{MAX} .

$$\bar{q} = \frac{q_{MAX} + q_{MIN}}{2}$$

$$\Delta q = \frac{q_{MAX} - q_{MIN}}{2}$$



METODO GRAFICO

Per la determinazione di k scegliamo due valori di x a piacere (x_1 e x_2 , possono essere anche due dei valori assegnati).

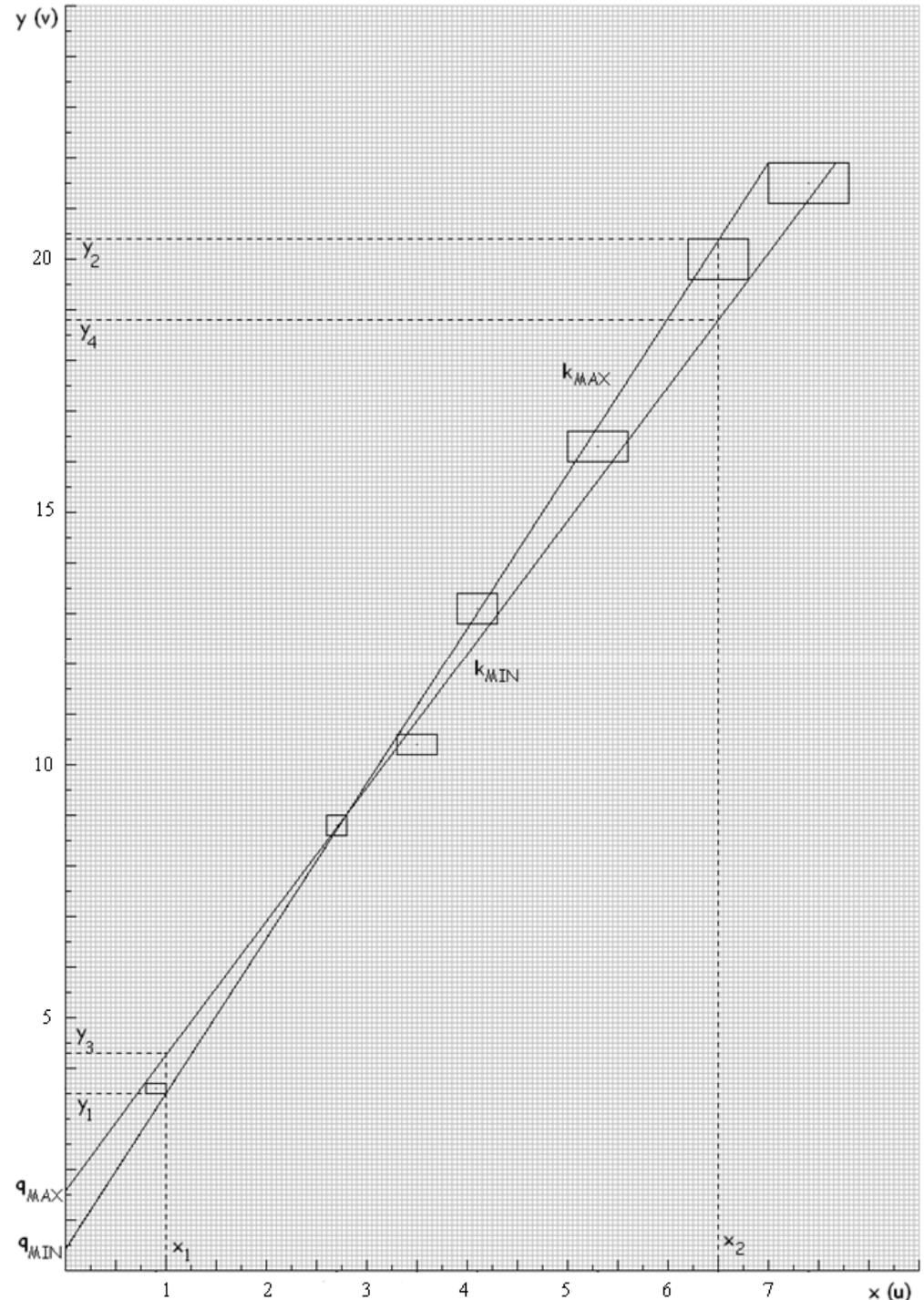
Sul grafico troviamo i corrispondenti valori di y sia sulla retta che corrisponde a k_{MAX} (y_1 e y_2) sia su quella che corrisponde a k_{MIN} (y_3 e y_4).

I valori di k_{MAX} e k_{MIN} sono:

$$k_{MAX} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad k_{MIN} = \frac{y_4 - y_3}{x_2 - x_1}$$

$$\bar{k} = \frac{k_{MAX} + k_{MIN}}{2}$$

$$\Delta k = \frac{k_{MAX} - k_{MIN}}{2}$$



METODO GRAFICO

Per la determinazione della costante di proporzionalità nei casi proporzionalità inversa o quadratica, si linearizzano i dati.

Per la proporzionalità inversa si realizza un nuovo grafico dove si pone $z = 1/x$ sull'asse delle ascisse.

Si avrà quindi una relazione $y = kz$.

$z = 1/x$	y
-----------	-----

Per la proporzionalità quadratica si realizza un nuovo grafico dove si pone $z=x^2$ sull'asse delle ascisse.

Si avrà quindi ancora una relazione $y = kz$.

$z = x^2$	y
-----------	-----

METODO GRAFICO

A volte una relazione del tipo

$$f(x,y) = 0$$

può essere ricondotta alla forma

$$F(y) = k \cdot G(x) + q.$$

Ponendo

$$Y = F(y) \quad \text{e} \quad X = G(x)$$

si ottiene la linearizzazione della funzione

$$Y = k \cdot X + q$$

e quindi la possibilità di determinare i parametri k e q .

DETERMINAZIONE DI UNA LEGGE FISICA

UTILIZZO DI UN FOGLIO ELETTRONICO

RELAZIONE DI LABORATORIO

Una relazione scientifica è in genere divisa in sezioni:

Titolo

Abstract

corto riassunto (usato principalmente nel caso di esperienze complesse)

Introduzione

scopi e retroterra dell'esperimento

Materiali e metodi

materiali usati, risorse utilizzate, apparati e metodi

Procedure

descrizione dell'esperimento

Analisi dei dati

valore delle misure, modello dei dati, interpretazione dei risultati

Discussione e conclusioni

problemi incontrati, future implicazioni dei risultati ottenuti e ricerche proposte

Riferimenti bibliografici

LA CONSEGNA

ATTIVITÀ LABORATORIALI PROPOSTE

E1 – La distribuzione normale

E2 – Misura di una massa d'acqua: proporzionalità inversa

E3 – Legge di Hooke: dipendenza lineare

E4 – Leggi di Ohm e determinazione della resistività della costantana

E5 – Corrente nella carica e nella scarica di un condensatore

E6 – Curva caratteristica del diodo (LED) e determinazione del potenziale di innesco.

METODO DI LAVORO

Lavoro di gruppo: costituzione di 8 gruppi (4 da 4 e 4 da 3)

LA CONSEGNA

LAVORO DA SVOLGERE

- 1) Montaggio dell'apparato sperimentale
- 2) Acquisizione dati e stima degli errori
- 3) Rappresentazione grafica dei dati sperimentali (con errori)
- 4) Deduzione delle legge fisica e/o determinazione della grandezza da misurare.
- 5) Commenti e miglioramenti sull'esecuzione dell'esperimento e delle schede guida
- 6) SMONTAGGIO DELL'APPARATO SPERIMENTALE

ESAME

- 1) TEST sulle lezioni teoriche
- 2) COLLOQUIO su una relazione sull'attività laboratoriale

LA CONSEGNA

E1 – La distribuzione normale

L'attività di laboratorio prevede si pesare 200 le rondelle dimostrare che ha una distribuzione gaussiana.

E2 - Misura di una massa d'acqua: proporzionalità inversa

Determinare, per via grafica, il volume d'acqua contenuta in una bottiglietta. Si utilizzano 6 cilindri non graduati di diverso diametro e una quantità d'acqua incognita.

NON si fa uso del pc, il lavoro è individuale e i grafici vanno fatti su carta millimetrata.

E3 - Legge di Hooke: dipendenza lineare

Determinare la legge di Hooke e calcolare le costanti elastiche di due molle. Stima degli errori. Si fa uso del pc.

APPROFONDIMENTI: molle in serie e in parallelo, comportamento della molla per piccole masse

LA CONSEGNA

E4 – Leggi di Ohm e determinazione della resistività della costantana

Il gruppo ha a disposizione due tavolette, in una ci sono 6 fili di costantana della stessa lunghezza ma di diverso diametro, in un'altra ci sono circa 2,5 m di filo di costantana. Si fa uso del pc.

E5 - Corrente nella carica e nella scarica del condensatore

In un circuito RC, sia in fase di carica, sia in fase di scarica, si prendono i valori della corrente ad intervalli di tempo prefissati. Linearizzando l'equazione della corrente in funzione del tempo, si possono ricavare la costante di tempo e la corrente massima che passa nel circuito. Si fa uso del pc.

E6 - Curva caratteristica del diodo (LED) e determinazione del potenziale di innesco

In un circuito con un diodo LED si prendono corrente e potenziale ai capi del diodo. Si determina la curva caratteristica e il potenziale di innesco per LED di 4 colori diversi. Si fa uso del pc

L'ORGANIZZAZIONE

Gruppo LEZ \	1	2	3	4	5	6	7	8
3	E1/1	E4/1	E6/1	E5/1	E3/1	E2/1	E1/2	E2/2
4	E2/1	E1/1	E4/1	E6/1	E5/1	E3/1	E2/2	E1/2
5	E3/1	E2/1	E1/1	E4/1	E6/1	E5/1	E3/2	E6/2
6	E5/1	E3/1	E2/1	E1/1	E4/1	E6/1	E6/2	E3/2
7	E6/1	E5/1	E3/1	E2/1	E1/1	E4/1	E4/2	E5/2
8	E4/1	E6/1	E5/1	E3/1	E2/1	E1/1	E5/2	E4/2

L'ORGANIZZAZIONE

DISTRIBUZIONE NEI LABORATORI
LEZ 3 e 4

LAB 1

	E1/1
E2/2	
	E5/1
E3/1	

U1

E2/1	
	E4/1
E6/1	E1/2

L'ORGANIZZAZIONE

DISTRIBUZIONE NEI LABORATORI
LEZ 5 e 6

LAB 1

	E1/1
E6/2	
	E5/1
E3/1	

U1

E2/1	
	E4/1
E6/1	E3/2

L'ORGANIZZAZIONE

DISTRIBUZIONE NEI LABORATORI
LEZ 7 e 8

LAB 1

	E1/1
E4/2	
	E5/1
E3/1	

U1

E2/1	
	E4/1
E6/1	E5/2