

Laboratorio di Informatica

Dr Carlo Meneghini

Dip. di Fisica "E. Amaldi"
via della Vasca Navale 84
st. - 83 - I piano

meneghini@fis.uniroma3.it

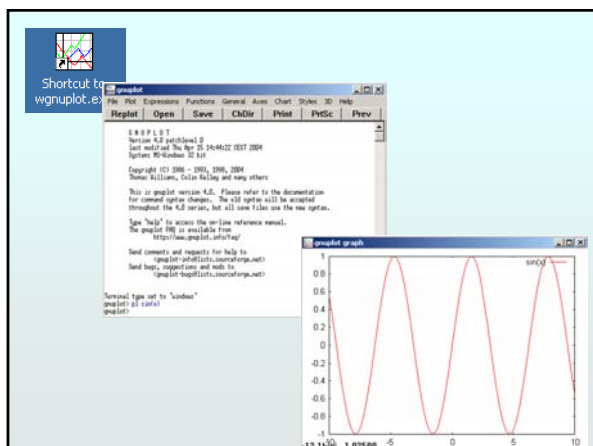
tel.: 06 55177217

<http://www.fis.uniroma3.it/~meneghini>

Esercitazione 1c

Scopo dell'esercitazione

- Conoscere e configurare il "sistema" utilizzato (W2K)
- Le principali funzioni del filesystem di W2K
- I file testo e file binari
- I comandi in modo testo
- Calcolo:
 - espressioni matematiche
 - uso delle parentesi
 - costanti, variabili e funzioni



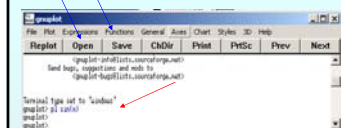
GNU PLOT

www.gnuplot.info

Gnuplot è un programma **freeware**, **multiplatforma** (DOS, windows, unix, linux, MAC-OS,...) **leggero** (installazione completa con documentazione ed esempi ~ 2.5 Mb) per:

- grafica di funzioni (2D, 3D)
- grafica di dati (2D, 3D)
- analisi dati (fitting)
- calcolo di espressioni

Gnuplot



Interfaccia testuale: i **comandi** vengono dati in modo testo nella finestra dei comandi.

In WINDOWS i comandi possono essere dati utilizzando **pulsanti** e **menu**

→ ← movimenti a dx e sx sulla linea di comando

CTRL + ← inizio linea

CTRL + → fine linea

↑ ↓ movimenti indietro e in avanti nella storia dei comandi

gnuplot> help Help completo

gnuplot> help comando informazioni sull'uso del comando

Nota: i comandi sono CASE SENSITIVE,
cioè **P**rint è diverso da **p**rint

operazioni

Nota: i comandi possono esser dati in forma abbreviata

gnuplot> print 2+2
4

gnuplot> pr 3.14159*2*3
18.84954

gnuplot> pr 3/2
1

Divisione tra interi

Potenza	**	2**3
prodotto	*	3*2
divisione	/	3./2.
somma	+	3+2
sottrazione	-	3-2
parentesi	()	

gnuplot> pr 3./2
1.5

Nota: Almeno uno dei due numeri deve essere un numero "reale"

Problema: calcolare il valore della forza di Coulomb tra due cariche $q_1=2\text{ C}$, $q_2=1.5\text{ C}$ poste ad una distanza di 15 cm nel vuoto

$$F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Costanti

$\pi = 3.14159$
 $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$

Dati

$q_1 = 2.0\text{ C}$
 $q_2 = 1.5\text{ C}$
 $r = 0.015\text{ m}$

Potenza	**
prodotto	*
divisione	/
somma	+
sottrazione	-
parentesi	()

```
gnuplot> pr 1/4 * 3.14159 * 8.85e-12 *2.0 * 1.5 / 0.015**2
```

?

```
0 - 1/4 * 3.14159 * 8.85e-12 *2.0 * 1.5 / 0.015**2
1 - 1/4 * 3.14159 * 8.85e-12 *2.0 * 1.5 / 0.000225
2 - 0.25 * 3.14159 * 8.85e-12 *2.0 * 1.5 / 0.000225
4 - 2.085e-11 / 0.000225
5 - 9.268e-8
```

$$F_c = \frac{1}{4} \frac{\pi \epsilon_0 q_1 q_2}{r^2}$$



Problema: calcolare il valore della forza di Coulomb tra due cariche $q_1=2\text{ C}$, $q_2=1.5\text{ C}$ poste ad una distanza di 15 cm nel vuoto

$$F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Costanti

$\pi = 3.14159$
 $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$

Dati

$q_1 = 2.0$
 $q_2 = 1.5$
 $r = 0.015\text{ m}$

Potenza	**	2**3
prodotto	*	3*2
divisione	/	3/2
somma	+	3+2
sottrazione	-	3-2
parentesi	()	

```
gnuplot> pr 1/(4 * 3.14159 * 8.85e-12) *2.0 * 1.5/ 0.015**2
```

```
0 - 1/(4 * 3.14159 * 8.85e-12) *2.0 * 1.5/ 0.015**2
1 - 1/(4*3.14159 * 8.85e-12) * 2.0 * 1.5 / 0.000225
2 - 1 / 1.112e-10 * 2.0 * 1.5 / 0.000225
4 - 8.992e+9 * 2.0 * 1.5 / 0.000225
5 - 2.6975e10 / 0.000225
6 - 11.989e13
```

```
gnuplot> pr (1/(4 * 3.14159 * 8.85e-12)) * (2.0*1.5/0.015**2)
```

funzioni

$\sin(.5)$

```
gnuplot> pr sin(.5)
0.479425538604203
```

radianti

e^3

```
gnuplot> pr exp(3.)
20.0855369231877
```

$\ln(2.) = \log_e(2.)$

```
gnuplot> pr log(2.)
0.693147180559945
```

$\log(2.) = \log_{10}(2.)$

```
gnuplot> pr log10(2.)
0.30102999566398
```

Esercizio

Problema: calcolare il valore della distribuzione di Gauss:

$$G(x) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}}$$

per $A=12.5$, $\sigma = 0.08$, $x_0 = 1.0$, $x=1.5$

Costanti

$\pi = 3.14159$

Dati

$A = 12.5$

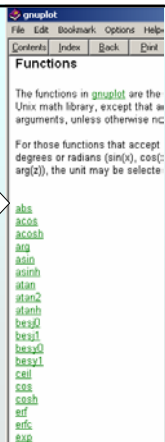
$\sigma = 0.08$

$x_0 = 1.0$

$x = 1.5$

Libreria di funzioni

```
gnuplot> help functions
```



Uso delle variabili

Problema: Calcolare il valore della forza di Coulomb tra due cariche q_1 e q_2 poste ad una distanza r nel vuoto per diversi valori di r

$$F_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Costanti

$\pi = 3.14159$
 $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$

Dati

$q_1 = 2.0$; $q_2 = 3.5$
 $r = 0.5, 0.2, 0.1\text{ m}$

```
gnuplot> Eo = 8.85e-12
gnuplot> q1 = 2.0
gnuplot> q2 = 3.5
gnuplot> r = 0.5
gnuplot> pr 1/(4*pi*Eo) * (q1*q2/r**2)
251770531444.80
gnuplot> r = 0.2
gnuplot> pr 1/(4*pi*Eo) * (q1*q2/r**2)
1573565821530.04
gnuplot> r = 0.1
gnuplot> pr 1/(4*pi*Eo) * (q1*q2/r**2)
6294263286120.15
```

definisce la variabile **Eo** e le assegna il valore **8.85 e-12**

definisce la variabile **q1 = 2.0**

definisce la variabile **q2 = 3.5**

definisce la variabile **r = 0.2**

Calcola l'espressione sostituendo ai nomi delle variabili i valori assegnati

```
gnuplot> Eo = 8.85e-12 ; q1 = 2.0 ; q2 = 3.5
gnuplot> r = 0.5 ; pr 1/(4*pi*Eo)* (q1*q2/r**2)
251770531444.80
gnuplot> r = 0.2 ; pr 1/(4*pi*Eo)* (q1*q2/r**2)
1573565821530.04
gnuplot> r = 0.1 ; pr 1/(4*pi*Eo)* (q1*q2/r**2)
6294263286120.15
```

Più comandi possono essere dati sulla stessa linea, separati dal ";" (punto e virgola)

Mostra le variabili definite

```
gnuplot> show variables
```

```
Variables:
pi = 3.14159265358979
Fc = 251770531444.806
Eo = 8.85e-012
q1 = 2.0
q2 = 3.5
r = 0.1
```



Definire le proprie funzioni

Problema: scrivere le funzioni per il calcolo dell'area e il volume di figure e solidi geometrici (es. quadrato, cubo e sfera).

$$Aq = L^2 \quad Vc = L^3$$

$$Ss = 4\pi r^2 \quad Vs = \frac{4}{3}\pi r^3$$

```
gnuplot> L = -.3
gnuplot> Aq = L ** 2; Vc = L**3
gnuplot> pr Aq,Vc
```

```
gnuplot> r=1.
gnuplot> Ss = 4. * pi * r**2
gnuplot> Vs = (4./3.)*pi * r ** 3
gnuplot> pr Vs, Ss
gnuplot> r=1.5
gnuplot> pr Vs, Ss
```

```
gnuplot> c=1.
gnuplot> Ss = 4. * pi * r**2
gnuplot> Vs = (4./3.)*pi * R ** 3
gnuplot> pr Vs, Ss
```

```
gnuplot> r=1.
gnuplot> Ss = 4. * pi * r**2
gnuplot> Vs = (4/3) * pi * r ** 3
gnuplot> pr Vs, Ss
```

R ≠ r

4/3 = 1

Pi ≠ pi

Definire variabili e funzioni

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

```
gnuplot> f(x) = a*x**3 + b*x**2 + c*x + d
gnuplot> show functions
```

```
User-Defined Functions:
f(x) = a*x**3 + b*x**2 + c*x + d
```

definisce la funzione f(x)
mostra le funzioni definite dall'utente

```
gnuplot> a=1; b=.35 ; c=12. ; d=-3.
gnuplot> pr f(5.0)
190.75
```

assegna i valori alle costanti
Calcola la funzione f(x) per x=5.0

Problema: Le funzioni predefinite in Gnuplot consentono il calcolo del logaritmo naturale ($\log(x) = \log_e x$) e del logaritmo decimale ($\log_{10}(x) = \log_{10} x$). Scrivere un'espressione per calcolare il logaritmo di un numero A in una base b qualunque.

Proprietà dei logaritmi:

$$\log_b A = \frac{\log_c A}{\log_c b}$$

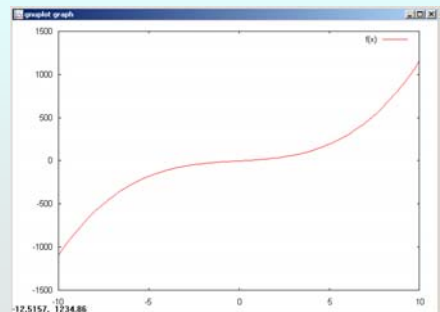
$$\log_b(b, x) = \log(x) / \log(b)$$

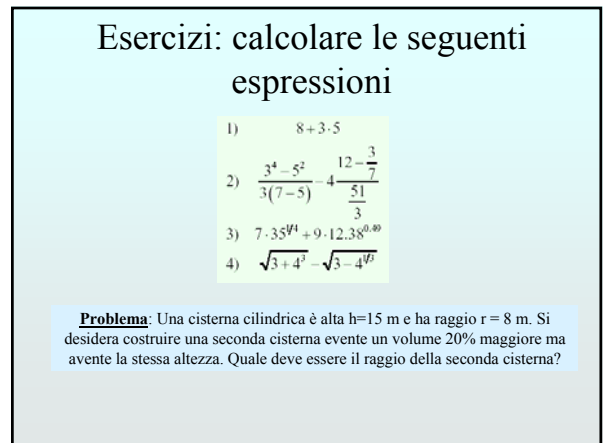
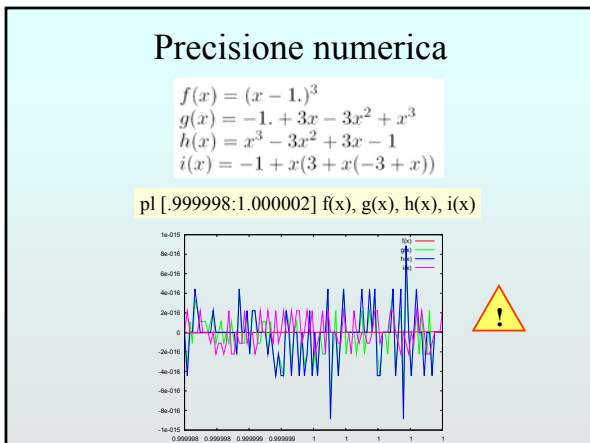
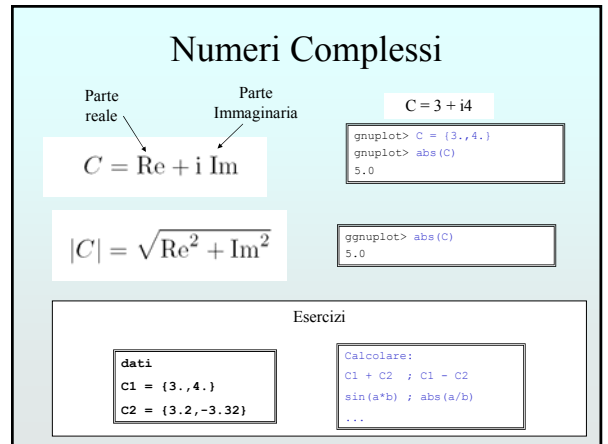
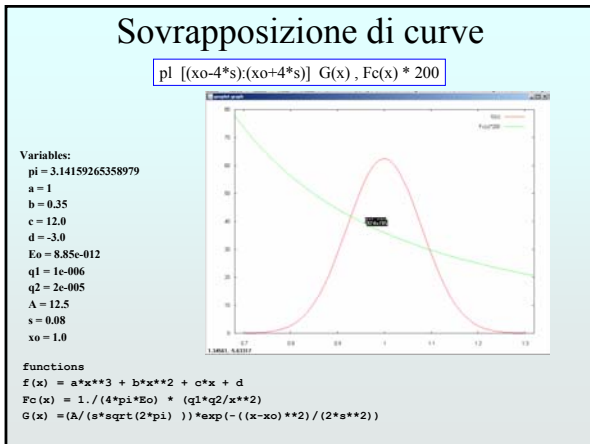
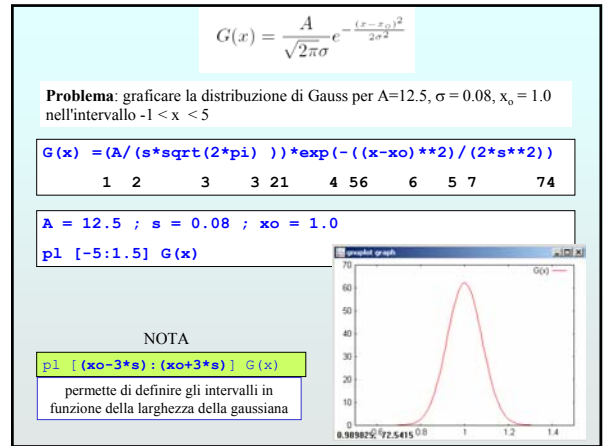
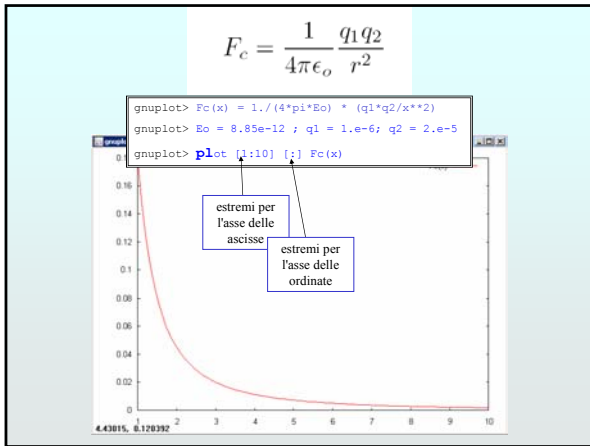
es.: $\log_2 16$

```
gnuplot> logb(b, x) = log(x)/log(b)
gnuplot> pr logb(2,16)
4.0
```

Grafici

```
gnuplot> a=1; b=.35 ; c=12. ; d=-3.
gnuplot> plot f(x)
```





$$2) \frac{3^4 - 5^2}{3(7-5)} - 4 \frac{12 - \frac{3}{7}}{\frac{51}{3}}$$

$$(3^{**}4-5^{**}2)/(3*(7-5)) - 4*(12 - 3/7)/(51/3) =$$

$$= 7$$

$$= ((81 - 25) / 6) - (4 * (12) / 17) = 9 - 2$$

$$(3^{**}4-5^{**}2)/3*(7-5)-4*(12-3./7)/(51./3)$$

$$= 34.61$$

$$= (3^{**}4-5^{**}2)*(7.5)/3.-4.*(12-3./7)/(51./3)$$

$$(3^{**}4-5^{**}2)/(3*(7-5))-4*(12-3./7)/51./3 =$$

$$= 9.03$$

$$=(3^{**}4-5^{**}2)/(3.*(7-5))-4.*(12-3./7)/(51.*3)$$

$$(3^{**}4-5^{**}2)/(3*(7-5))-4*(12-3./7)/(51./3) =$$

$$= 6.61$$

$$3) 7 \cdot 35^{1/4} + 9 \cdot 12.38^{0.49}$$

$$7.*35^{**}(1/4) - 9.*12.38^{**}0.49 =$$

$$= -23.8799$$

$$= 7.*35^{(0)} - 9.*12.38^{**}0.49$$

$$7.*35^{**}(1./4) - 9.*12.38^{**}0.49 =$$

$$= -13.8538$$

$$4) \sqrt{3+4^3} - \sqrt{3-4^{1/3}}$$

$$\text{sqrt}(3 + 4^{**}3) - \text{sqrt}(3 - 4^{**}1/3) =$$

$$= 6.77$$

$$\text{sqrt}(3 + 4^{**}3) - \text{sqrt}(3 - 4^{**}1./3) =$$

$$= 6.77$$

$$4^{**}1/3 = 1 !$$

$$4^{**}1/3 \div 1.33 !$$

$$4^{**}(1/3) = 1.587$$

$$\text{ok!}$$

$$(3 + 4^{**}3)^{1./2} - (3 - 4^{**}1./3)^{**}1./2 =$$

$$= 32.9057$$

$$\text{sqrt}(3. + 4^{**}3) - \text{sqrt}(3. - 4^{**}(1./3)) =$$

$$(3. + 4^{**}3)^{**}0.5 - (3. - 4^{**}(1./3))^{**}0.5 =$$

$$(3. + 4^{**}3)^{**}(1./2) - (3. - 4^{**}(1./3))^{**}(1./2) =$$

$$= 6.997$$

Problema: Una cisterna cilindrica è alta $h=15$ m e ha raggio $r=8$ m. Si desidera costruire una seconda cisterna avente un volume 20% maggiore ma avente la stessa altezza. Quale deve essere il raggio della seconda cisterna?

Dati: $h_1 = 15$ m, $r_1 = 8$ m, $h_2 = h_1$, $V_2 = 1.2 V_1$

Svolgimento: il volume di un cilindro è $V = h \pi r^2$ quindi:

$$V_1 = h_1 \pi r_1^2 \quad \text{e} \quad V_2 = h_2 \pi r_2^2$$

essendo $V_2 = 1.2 V_1$ si ha:

$$h_2 \pi r_2^2 = 1.2 V_1$$

e quindi:

$$r_2 = (1.2 V_1 / h_2 \pi)^{0.5}$$

```
gnuplot> h1 = 15.
gnuplot> r1=8.
gnuplot> V1 = h1 * pi * r1**2
gnuplot> h2 = h1
gnuplot> r2 = ( 1.2 * V1 / (h2 * pi) )**0.5
gnuplot> pr r2
8.7635609200826
```

```
gnuplot> h1 = 15.
gnuplot> r1=8.
gnuplot> V1 = h1 * pi * r1**2
gnuplot> h2 = h1
gnuplot> r2 = ( 1.2 * V1 / (h2 * pi) )**0.5
gnuplot> pr r2
8.7635609200826
```

il ";" è lo stesso che andare a capo

```
gnuplot> h1 = 15.; r1=8.; V1 = h1 * pi * r1**2; h2 = h1
gnuplot> r2 = sqrt( 1.2 * V1 / (h2 * pi) )
gnuplot> pr r2
8.7635609200826
```

$\text{sqrt}(x)$ calcola la radice quadrata di x

Uso di file di comandi (Macro)

1) creare un file testo (ASCII) le cui linee sono i comandi da dare a GNUMPLOT

```
soluzione.plt - Blocco note
File Modifica Formato ?
# soluzione del problema
h1 = 15.           # altezza della prima cisterna
r1 = 8.           # raggio della prima cisterna
V1 = h1 * pi * r1**2 # volume della prima cisterna
h2 = h1           # altezza della seconda cisterna
r2 = sqrt( 1.2 * V1 / (h2 * pi) ) # raggio della seconda cisterna
pr r2             # stampa del risultato
# Fine
# ciò che segue un # è considerato come commento e non viene interpretato
```

2) caricare (load) i comandi in GNUMPLOT

```
gnuplot> load "soluzione.plt"
8.7635609200826
```

Nota: approssimazione per arrotondamento

Per arrotondare X alla cifra n-esima:

- se la cifra (n+1) è minore di 5 la cifra n rimane invariata;
- se la cifra (n+1) è maggiore o uguale a 5 la cifra viene aumentata di 1

```
gnuplot> load "soluzione.plt"
8.7635609200826
```

```
8.76
8.7636
8.763561
8.76356092
```

Esercizio

Definire la seguente funzione:

$$f(x,y) = \frac{\frac{3}{2} - \frac{x}{2+y}}{\sqrt[3]{x^{1/2} + y^{2/3}}} + x e^{-y^2/2}$$

Calcolare i valori di f(x,y) per i seguenti valori degli argomenti

x	y	f(x,y)
1.	1.	1.53
1.2	0.	2.07
0.	2.2	1.26

Graficare la funzione per y=2. nell'intervallo 0.5 < x < 10.

Graficare la funzione per x=2. nell'intervallo 3 < y < 10.

Soluzione

$$f(x,y) = \frac{\frac{3}{2} - \frac{x}{2+y}}{\sqrt[3]{x^{1/2} + y^{2/3}}} + x e^{-y^2/2}$$

1) creare un file testo (ASCII) le cui linee sono i comandi da dare a GNUPLOT

```
funzione.plt - Notepad
File Edit Format View Help
f(x,y) = ((3./2) - (x/(2.+y))) / ((sqrt(x)+ (y**(2./3)))**(1./3)) + x * exp(-(y**2)/2.)
```

Il calcolo si può effettuare mediante passaggi intermedi per semplificare la lettura della formula e il controllo degli errori:

```
Espressione.plt - Blocco note
# definizione della funzione
A(x,y) = (3./2) - (x/(2.+y)) # numeratore
B(x,y) = (x**0.5 + y**(2./3))**(1./3) # denominatore
C(x,y) = x*exp(-(y**2)/2.) # esponenziale
F(x,y) = A(x,y) / B(x,y) + C(x,y) # funzione finale
```

Soluzione

1) creare un file testo (ASCII) le cui linee sono i comandi da dare a GNUPLOT

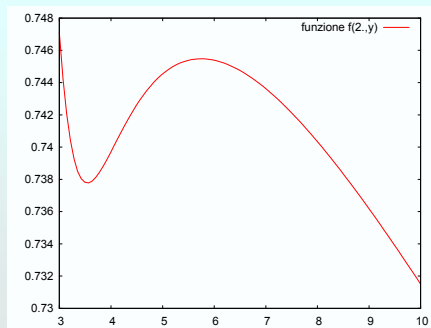
```
funzione.plt - Notepad
File Edit Format View Help
f(x,y) = ((3./2) - (x/(2.+y))) / ((sqrt(x)+ (y**(2./3)))**(1./3)) + x * exp(-(y**2)/2.)
```

2) Far leggere i comandi a GNUPLOT mediante il comando LOAD (pulsante OPEN)

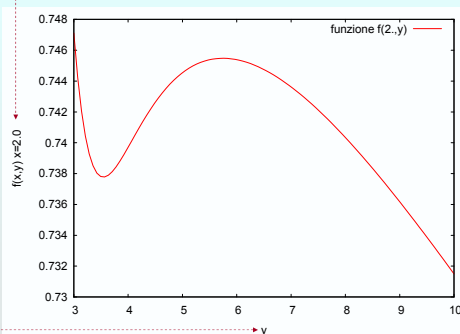
```
gnuplot> load "funzione.plt"
gnuplot> show functions
User-Defined Functions:
f(x,y) = ((3./2) - (x/(2.+y))) / ((x**0.5 + y**(2./3))**(1./3))
+ x*exp(-(y**2)/2.)
gnuplot> pr f(1.,1.), f(1.2, 0.), f(0., 2.2)
1.53251460669408 2.07306310390122 1.2589176720215
gnuplot> pl [0.5:10] f(x, 2.) t 'funzione f(x, 2.)'
gnuplot> pl [3.:10] f(2., x) t 'funzione f(2., y)'
```

NOTA: Gnuplot deve lavorare nella directory contenente il file di comandi: utilizzare il pulsante CHDIR per cambiare directory o il pulsante OPEN per caricare il file. Il comando pwd (print working directory) mostra la directory di lavoro

```
gnuplot> pl [3.:10] f(2., x) t 'funzione f(2., y)'
```



```
gnuplot> set xlabel 'y'
gnuplot> set ylabel 'f(x,y) x = 2.0'
gnuplot> pl [3.:10] f(2., x) t 'funzione f(2., y)'
```



Esercizi

Si tracci il grafico della funzione:

$$f(x) = \frac{\sqrt{1 + (xCR_a)^2}}{\sqrt{1 + (xC(R_a + R_b))^2}}$$

nell'intervallo $.01 \leq x \leq 10$ per $C = 0.01$, $R_a = 10$ $R_a = 20$.

2- Utilizzando un foglio elettronico o il programma Gnuplot o un codice FORTRAN, scrivere la seguente espressione

$$f(x) = e^{-x^2/2} + \frac{1.5}{x+4.2} \sqrt{x^{3/5} + \frac{1}{12.5-x}}$$

- Verificare i seguenti risultati risultati:

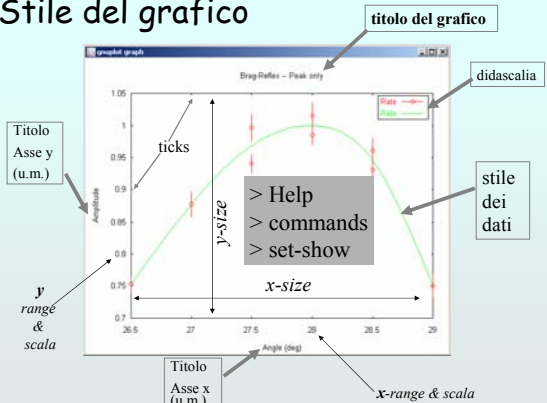
$$f(1) = 0.9073; f(2) = 0.4424; f(3) = 0.3086; f(4) = 0.2846$$

- graficare la funzione nell'intervallo $0 \leq x \leq 5$

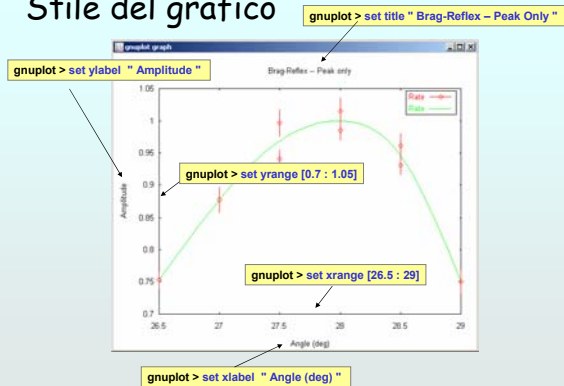
Calcolare la funzione $g(x)$ per $x = 1, 1.1, 5.5$ e graficarla nell'intervallo $1. < x < 5.5$

$$g(x) = \frac{1.5 - x^{2/3}}{\frac{1}{2x} + \frac{4}{5} \ln|x|} \left(x^{2/3} - x^{-5/3} \right) + \tan(1 - x^{-2})$$

Stile del grafico

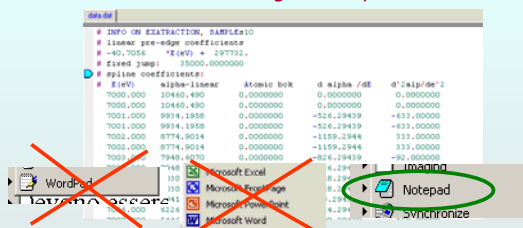


Stile del grafico



Grafica di dati

Gnuplot permette di graficare dati registrati su files ASCII (testo), organizzati per colonne

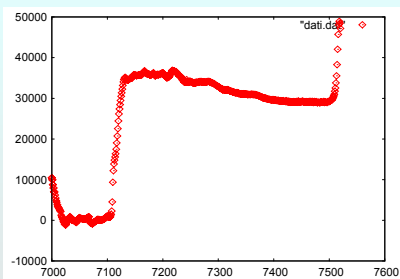


- Devono essere file ASCII
- I dati devono essere ordinati per colonne,
- Le righe che iniziano per # sono considerate commenti

Grafica di dati

```
gnuplot> plot "file.dat"
```

grafico della prime due colonne del file di dati



NOTA: Gnuplot deve lavorare nella directory contenente il file di comandi: utilizzare il pulsante **CHDIR** per cambiare directory o il pulsante **OPEN** per caricare un file di comandi nella directory specifica. Il comando **pwd** (print working directory) mostra la directory di lavoro.

Sintassi estesa

`gnuplot> plot [xmin:xmax][ymin:ymax] 'file.dat' 'title 'leggenda' using 1:2 with line`

```
gnuplot> pl [xmin:xmax][ymin:ymax] ' file.dat ' t 'leggenda' u 1:2 w l
```

abbreviazioni

Esercizi

Scaricare il file [Esempio3.exe](#) e installarlo nella propria cartella di lavoro. Dopo l'installazione la cartella **Esempio3** contiene alcuni file di dati (*.dat).

1) Verificare l'azione dei seguenti comandi (i caratteri in grigio possono essere omissi per una scrittura abbreviata):

```
plot 'dat1.dat' u 1:2 with lines
plot 'dat1.dat' u 1:2 with lines 3
plot [8:10] 'dat1.dat' u 1:2 with points
plot [8:10] 'dat1.dat' u 1:2 with linespoints
```

2) utilizzare il file macro 'plo1.plt' usando il comando: `load 'plot1.plt'`

3) Utilizzare i comandi visti per inserire la leggenda, il titolo del grafico e i titoli degli assi.

4) graficare insieme i dati contenuti nei files **dat1.dat** e **dat2.dat** usando i comandi (eventualmente utilizzare un file di comandi):

```
pl 'dat1.dat' u 1:2 w l, 'dat2.dat' u 1:2 w l
pl 'dat1.dat' u 1:2 w l, 'dat2.dat' u 1:2 w l 3
pl 'dat1.dat' u 1:2 t 'dati 1' w l, 'dat2.dat' u 1:2 t 'dati 2' w l 3
```

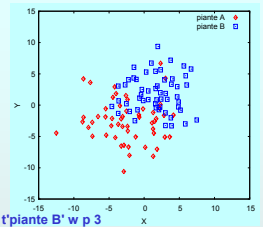
5) utilizzare il comando `help style` per vedere gli stili consentiti per i grafici

6) Il file **dat3.dat** contiene le posizioni, nel piano xy, di due specie di piante: le prime due colonne contengono le posizioni della pianta A e le colonne 3 e 4 contengono le posizioni della pianta B. Riportare su un grafico xy (ad esempio come in figura) le osservazioni registrate.

Utilizzare un file macro per salvare i comandi e le impostazioni.

`pl 'dat3.dat' u 1:2 w p, 'dat3.dat' u 3:4 w p 3`

`pl 'dat3.dat' u 1:2 t 'piante A' w p, 'dat3.dat' u 3:4 t 'piante B' w p 3`



7) il file **dat4.dat** contiene 5 colonne di dati:

1: ascissa (x) 2: dati sperimentali(y) 3: polinomiale, 4: derivata dei dati 5: derivata seconda dei dati

a) Riportare su grafico i dati e la polinomiale in funzione di x

b) riportare su grafico i valori delle derivate nella regione $7100 < x < 7150$

c) utilizzare il comando `pl 'dat4.dat' u 1:($2 - $3)` per graficare i dati sperimentali meno i dati della polinomiale nell'intervallo $7150 < x < 7400$

