

Introduzione a Sage

Franco V. Saliola
(saliola@gmail.com)

IRMA/CNRS
Université de Strasbourg

24 Maggio 2009

Che cosa è Sage ?

Sage è ...

una distribuzione di software

Sage è una distribuzione di software

Software incluso con Sage:

ATLAS	Automatically Tuned Linear Algebra Software
BLAS	Basic Fortran 77 linear algebra routines
Bzip2	High-quality data compressor
Cddlib	Double Description Method of Motzkin
Common Lisp	Multi-paradigm and general-purpose programming lang.
CVXOPT	Convex optimization, linear programming, least squares
Cython	C-Extensions for Python
F2c	Converts Fortran 77 to C code
Flint	Fast Library for Number Theory
FpLLL	Euclidian lattice reduction
FreeType	A Free, High-Quality, and Portable Font Engine

Sage è una distribuzione di software

Software incluso con Sage:

G95	Open source Fortran 95 compiler
GAP	Groups, Algorithms, Programming
GD	Dynamic graphics generation tool
Genus2reduction	Curve data computation
Gfan	Gröbner fans and tropical varieties
Givaro	C++ library for arithmetic and algebra
GMP	GNU Multiple Precision Arithmetic Library
GMP-ECM	Elliptic Curve Method for Integer Factorization
GNU TLS	Secure networking
GSL	Gnu Scientific Library
JsMath	JavaScript implementation of LaTeX

Sage è una distribuzione di software

Software incluso con Sage:

IML	Integer Matrix Library
IPython	Interactive Python shell
LAPACK	Fortran 77 linear algebra library
Lcalc	L-functions calculator
Libcrypt	General purpose cryptographic library
Libgpg-error	Common error values for GnuPG components
Linbox	C++ linear algebra library
Matplotlib	Python plotting library
Maxima	computer algebra system
Mercurial	Revision control system
MoinMoin	Wiki

Sage è una distribuzione di software

Software incluso con Sage:

MPFI	Multiple Precision Floating-point Interval library
MPFR	C library for multiple-precision floating-point computations
ECLib	Cremona's Programs for Elliptic curves
NetworkX	Graph theory
NTL	Number theory C++ library
Numpy	Numerical linear algebra
OpenCDK	Open Crypto Development Kit
PALP	A Package for Analyzing Lattice Polytopes
PARI/GP	Number theory calculator
Pexpect	Pseudo-tty control for Python
PNG	Bitmap image support

Sage è una distribuzione di software

Software incluso con Sage:

PolyBoRi	Polynomials Over Boolean Rings
PyCrypto	Python Cryptography Toolkit
Python	Interpreted language
Qd	Quad-double/Double-double Computation Package
R	Statistical Computing
Readline	Line-editing
Rpy	Python interface to R
Scipy	Python library for scientific computation
Singular	fast commutative and noncommutative algebra
Scons	Software construction tool
SQLite	Relation database

Sage è una distribuzione di software

Software incluso con Sage:

Sympow	L-function calculator
Symmetrica	Representation theory
Sympy	Python library for symbolic computation
Tachyon	lightweight 3d ray tracer
Termcap	for writing portable text mode applications
Twisted	Python networking library
Weave	Tools for including C/C++ code within Python
Zlib	Data compression library
ZODB	Object-oriented database

Sage è una distribuzione di software

Software incluso con Sage:

Sympow	L-function calculator
Symmetrica	Representation theory
Sympy	Python library for symbolic computation
Tachyon	lightweight 3d ray tracer
Termcap	for writing portable text mode applications
Twisted	Python networking library
Weave	Tools for including C/C++ code within Python
Zlib	Data compression library
ZODB	Object-oriented database

... e molti altri!

Sage è ...

una distribuzione di software

per la *matematica*

Sage è una distribuzione di software per la matematica

Tipo di matematica

Algebra

Algebra lineare (esatto)

Algebra lineare (numerica)

Aritmetica in arbitraria precisione

Calcolo

Combinatorio

Geometria algebrica

Geometria aritmetica

Teoria dei Grafi

Teoria dei Gruppi

⋮

Software incluso

GAP, Maxima, Singular, ...

Linbox, IML, ...

GSL, Scipy, Numpy, ...

GMP, MPFR, MPFI, NTL, ...

Maxima, Sympy, ...

Symmetrca, MuPAD-Combinat*, ...

Singular, ...

PARI, NTL, mwrnk, ecm, ...

NetworkX, ...

GAP, ...

⋮

Sage è ...

una distribuzione di software

per la matematica

sotto licenza GPL

Sage é una distribuzione di software open source

“È possibile leggere la teorema di Sylow e la sua prova nella biblioteca . . . , è possibile utilizzare il teorema di Sylow per il resto della vostra vita gratuitamente, ma per molti sistemi di computer algebra diritti di concessione devono essere pagati regolarmente

Con questa situazione, due dei più basilari regole di condotta in matematica sono violati: In matematica l'informazione è diffuso gratuitamente e tutto è nel aperto per il controllo.”

— J. Neubüser (1993)
(iniziatore del GAP in 1986)

Sage combina il potere di questi
pacchetti in una interfaccia
commune basata su Python.

In Inglese...

« Sage is a free open-source mathematics software system licensed under the GPL. It combines the power of many existing open-source packages into a common Python-based interface. »

La Missione

« Creare una valida alternativa open source e gratuito per Magma, Maple, Mathematica e Matlab. »

Un po di storia

- *1999-2005.* William Stein ha scritto 25,000 righe de codice Magma per la sua ricerca. Ha deciso che Magma non e un buon investimento a lungo termine dato che non poteva vedere l'interno, neanche cambiarli.
- *Feb. 2005.* SAGE versione 0.1: una libreria per Python incollando PARI, Maxima, Python, Singular e GAP.
- *Feb. 2006.* SAGE versione 1.0 e Sage Days 1 workshop

Oggi

- *2007–Oggi*. Molti “Sage Days”:
 - Sage Days 15: accaduto la settimana scorsa;
 - Sage Days 16: Barcelona (Giugno);
 - Sage-Combinat Days (16.5?): Austria (Luglio);
 - Sage Days 17: Lopez Islands (Settembre).
 - Sage School: Marsiglia 2010 (CIRM).
- *Money*: NSF; Google; Microsoft Research;
- *Versione corrente*: Sage-4.0 (sarà pubblicato questa settimana)

Python

Python è un linguaggio di programmazione interpretato, molto potente, e moderne!

Python

Python è un linguaggio di programmazione interpretato, molto potente, e moderne!

interpretato: funziona come Maple, Mathematica, ...

```
sage: x = 17
```

```
sage: x
```

```
17
```

```
sage: 3*x
```

```
51
```

Python

Facile da leggere:

matematica:

$$\{17x \mid x \in \{0, 1, \dots, 10\} \text{ se } x \text{ è dispari}\}$$

python:

```
[17*x for x in range(10) if x%2 == 1]
```

Python

Facile da imparare:

- *Dive Into Python* è un libro gratuito su Python
[it.diveintopython.org]
- *Tutorial Sage* (lavori in corso; vuoi aiutare?)
[wiki.sagemath.org/i18n/Italian]
- *Python Tutorial* (non tradotta in italiano)
[docs.python.org]

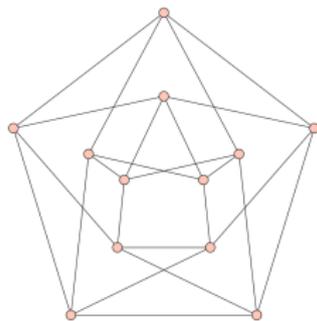
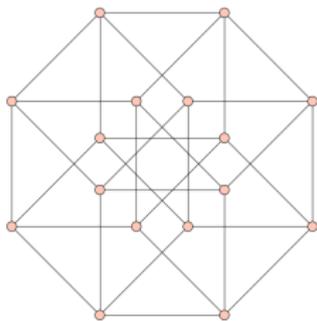
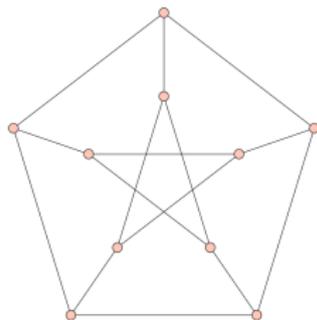
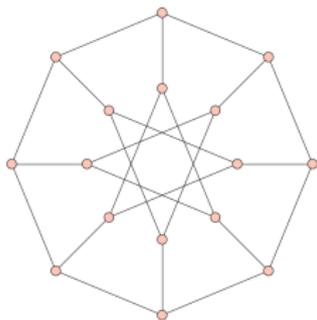
Python

Moderne e potente:

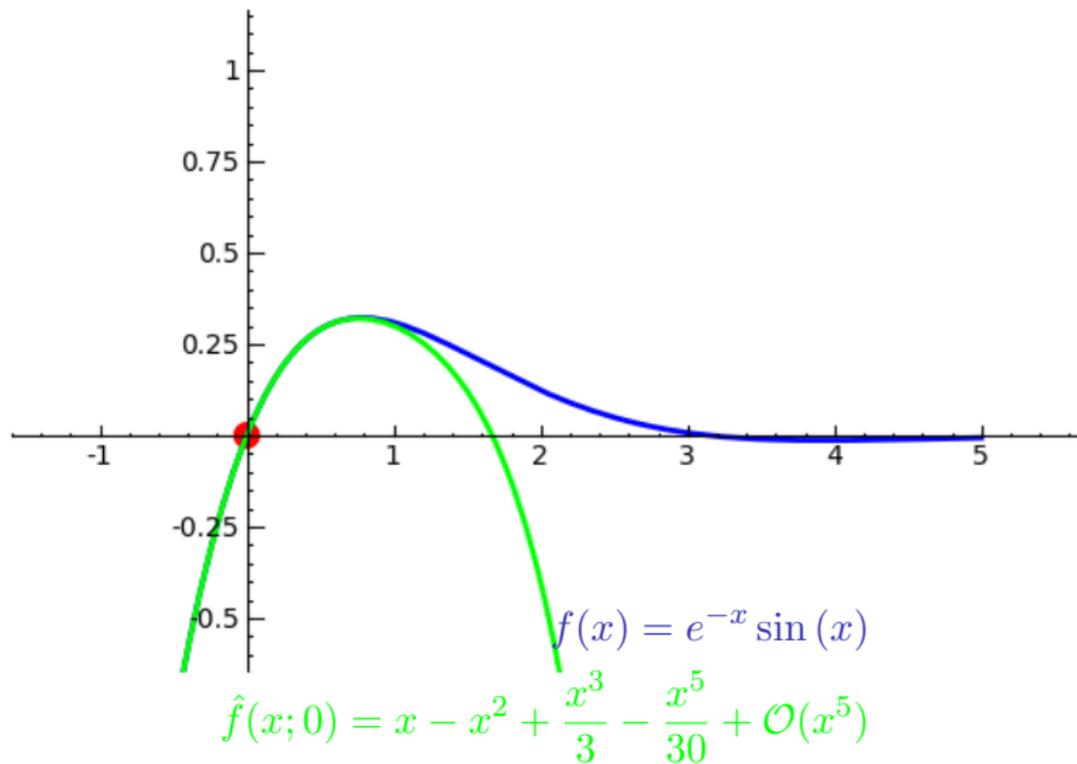
- Ci sono tante librerie per Python: banche dati; grafica; messa in rete;
- È possibile a usare codice C/C^{++} da Python.
- *Cython*: codice Python \mapsto codice C.

Esempi

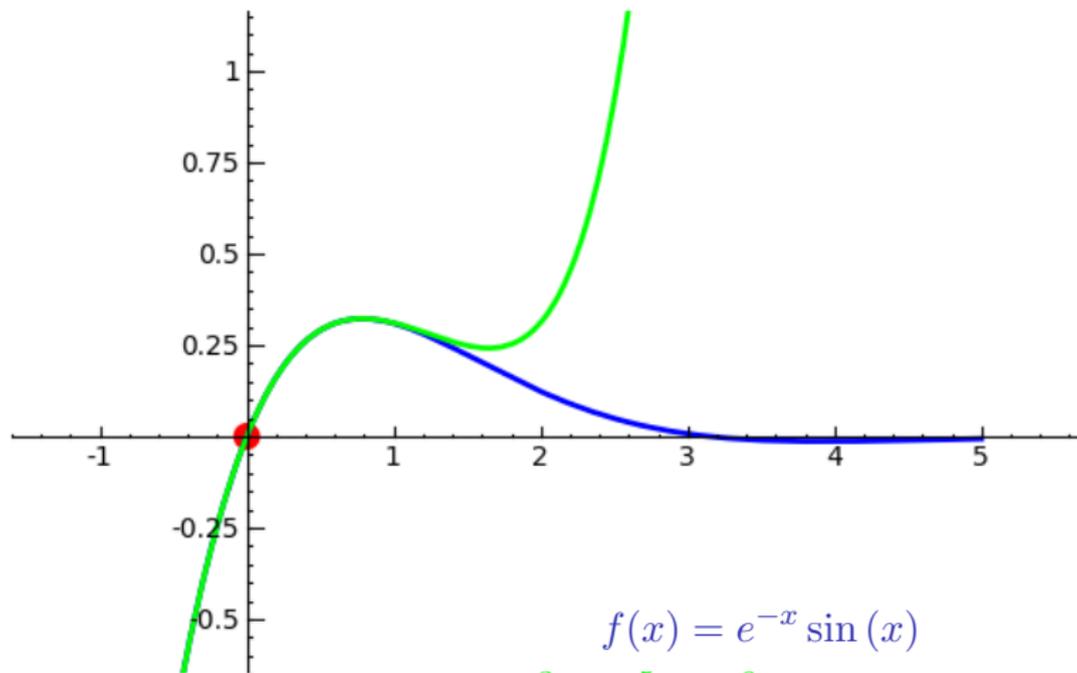
Grafi



Funzioni



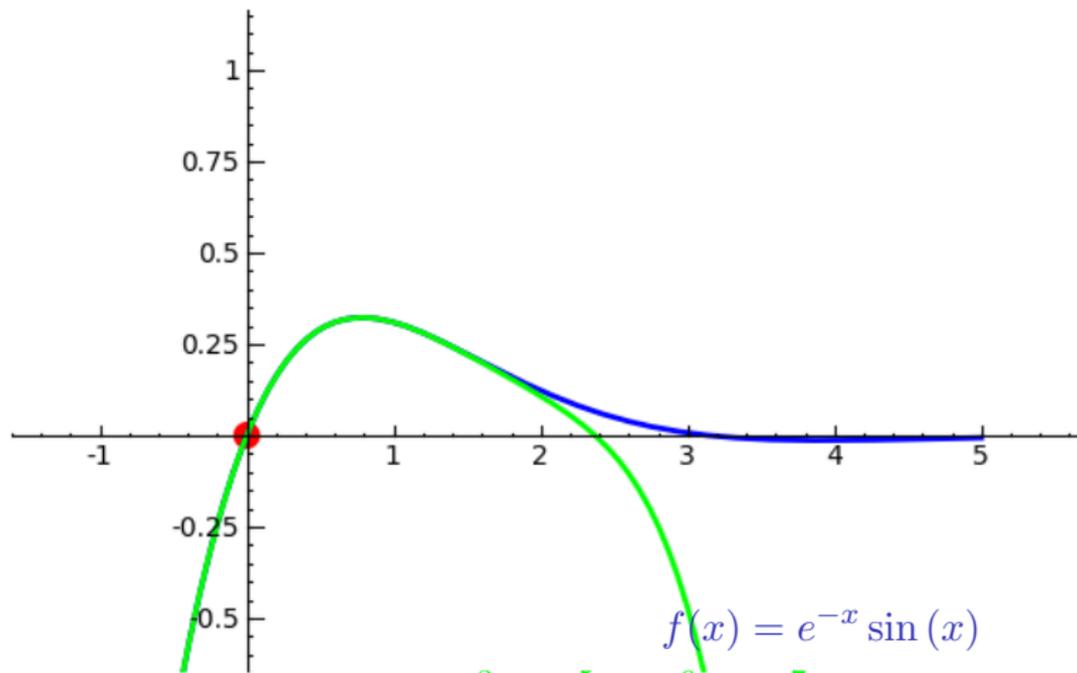
Funzioni



$$f(x) = e^{-x} \sin(x)$$

$$\hat{f}(x; 0) = x - x^2 + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{30} + \frac{x^6}{90} + \mathcal{O}(x^6)$$

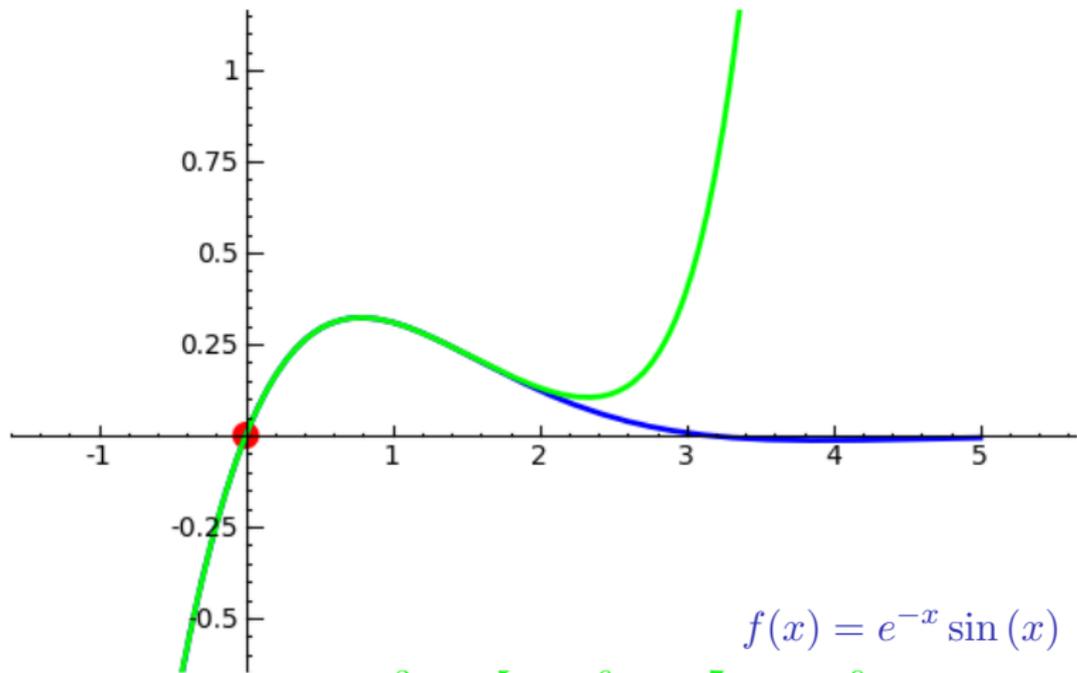
Funzioni



$$f(x) = e^{-x} \sin(x)$$

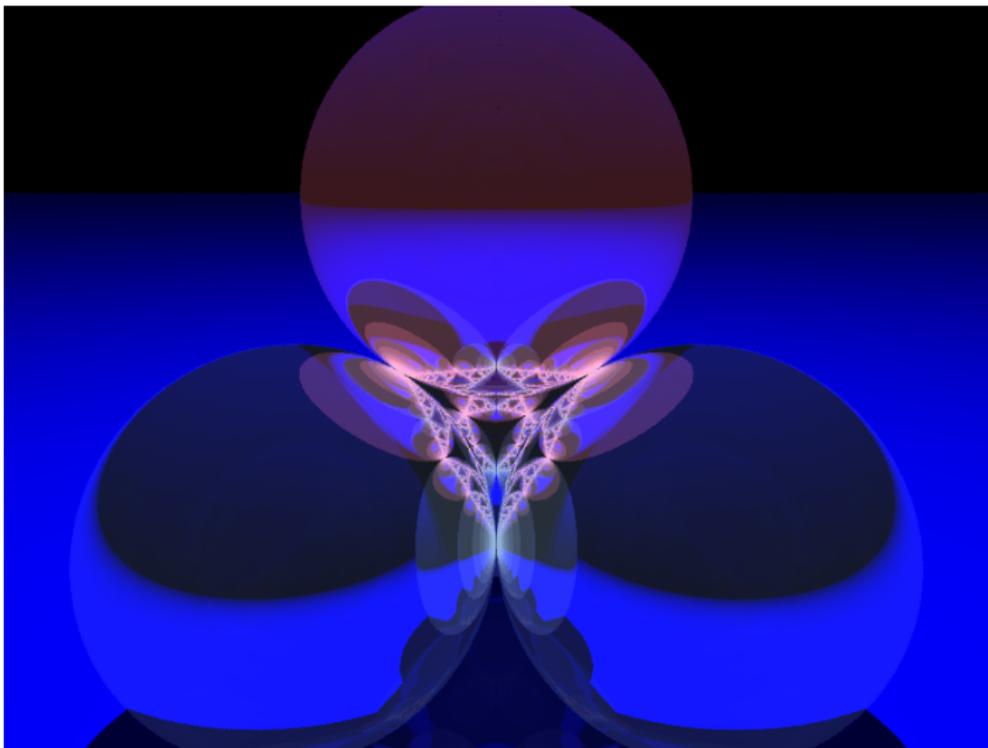
$$\hat{f}(x; 0) = x - x^2 + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{30} + \frac{x^6}{90} - \frac{x^7}{630} + \mathcal{O}(x^7)$$

Funzioni



$$\hat{f}(x; 0) = x - x^2 + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{30} + \frac{x^6}{90} - \frac{x^7}{630} + \frac{x^9}{22680} + \mathcal{O}(x^9)$$

Tachyon (3D)



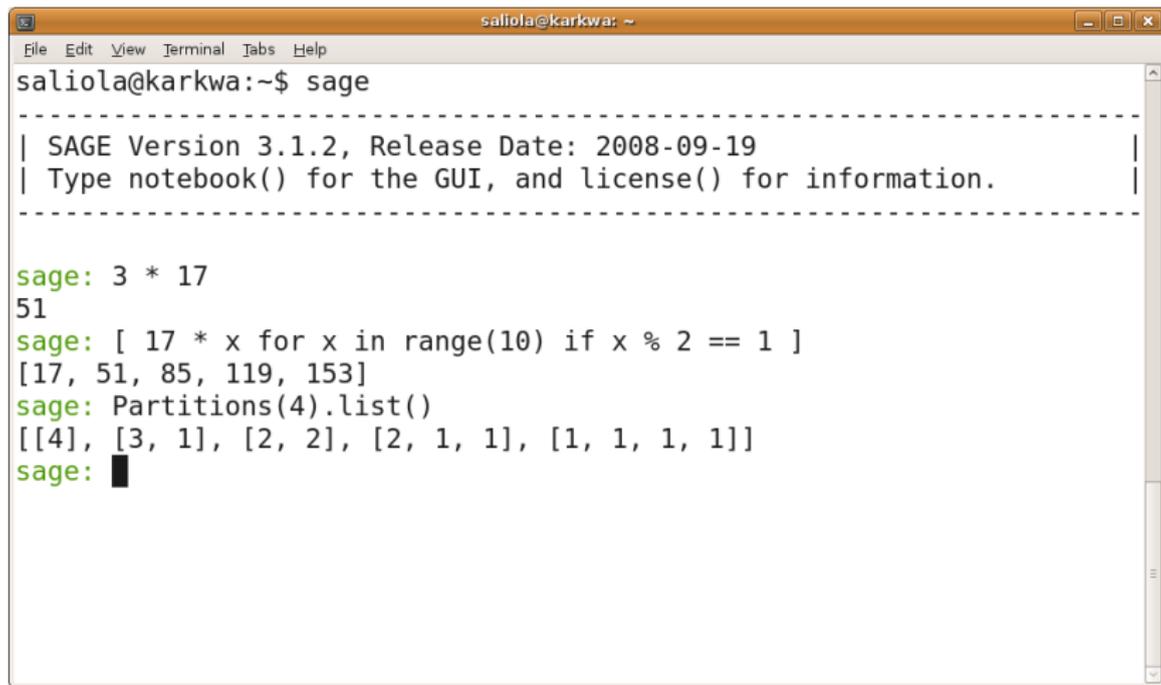
Modi di utilizzare Sage

Da una programma Python (come una libreria)

```
#!/usr/bin/env sage -python
```

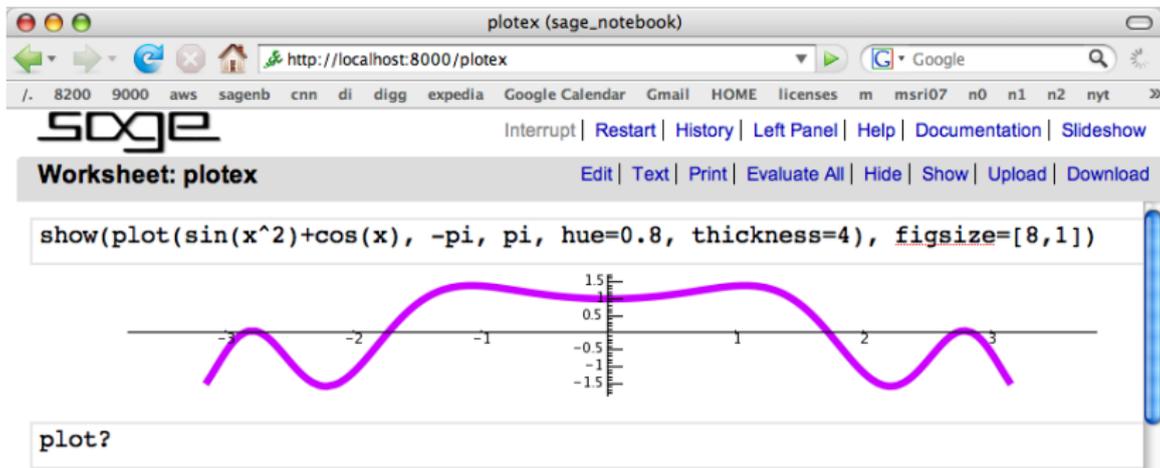
```
import sys  
from sage.all import *
```

Linea di Comando



```
saliola@karkwa: ~  
File Edit View Terminal Tabs Help  
saliola@karkwa:~$ sage  
-----  
| SAGE Version 3.1.2, Release Date: 2008-09-19  
| Type notebook() for the GUI, and license() for information.  
-----  
  
sage: 3 * 17  
51  
sage: [ 17 * x for x in range(10) if x % 2 == 1 ]  
[17, 51, 85, 119, 153]  
sage: Partitions(4).list()  
[[4], [3, 1], [2, 2], [2, 1, 1], [1, 1, 1, 1]]  
sage: █
```

Browser web (interfaccia grafica; «il notebook»)



The screenshot shows a web browser window titled "plotex (sage_notebook)". The address bar shows "http://localhost:8000/plotex". The browser has several tabs open, including "8200", "9000", "aws", "sagenb", "cnn", "di", "digg", "expedia", "Google Calendar", "Gmail", "HOME", "licenses", "m", "msri07", "n0", "n1", "n2", and "nyt". The Sage logo is visible in the top left, and navigation links like "Interrupt", "Restart", "History", "Left Panel", "Help", "Documentation", and "Slideshow" are in the top right. Below the navigation bar, the text "Worksheet: plotex" is displayed, along with action links: "Edit", "Text", "Print", "Evaluate All", "Hide", "Show", "Upload", and "Download". A code input field contains the command: `show(plot(sin(x^2)+cos(x), -pi, pi, hue=0.8, thickness=4), figsize=[8,1])`. Below the code, a plot is shown. The plot features a thick, magenta curve on a coordinate system. The x-axis ranges from approximately -3.5 to 3.5, with major ticks at -3, -2, -1, 1, 2, and 3. The y-axis ranges from -1.5 to 1.5, with major ticks at -1.5, -1, -0.5, 0.5, 1, and 1.5. The curve starts at approximately (-3.5, -1.2), reaches a local minimum at (-2.5, -1.0), crosses the x-axis at (-1.5, 0), reaches a local maximum at (-0.5, 1.2), crosses the x-axis at (0.5, 0), reaches a local minimum at (1.5, -1.0), crosses the x-axis at (2.5, 0), reaches a local maximum at (3.5, 1.2), and ends at approximately (3.5, -1.2).

plot?

Type: `<type 'instance'>`
Definition: `plot([noargspec])`
Docstring:

Use plot by writing

```
plot(X, ...)
```

where X is a SAGE object that either is callable and returns numbers that can be coerced to floats, or has a plot method that returns a GraphicPrimitive object.

Type `plot.options` for a dictionary of the default options for plots. You can change this to change the defaults for all future plots. Use `plot.reset()` to reset to the default options.