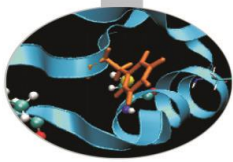
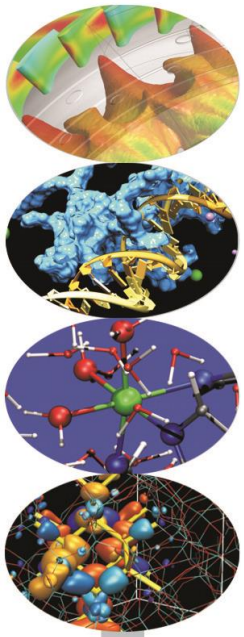
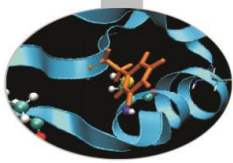


# Funzioni





# Funzioni: Definizione

Una funzione è un blocco organizzato di codice che viene utilizzato per eseguire un preciso task.

L'utilizzo di funzioni garantisce maggiore modularità al codice e una maggiore riutilizzabilità dello stesso.

Python dispone di funzioni *built-in*, p.e. *print(), help(), dir() etc,* ma è ovviamente possibile definire nuove funzioni: *user-defined-function.*

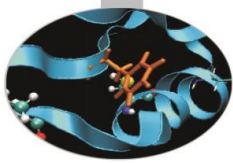
La definizione di una funzione in python ha la seguente sintassi:

```
def NameFunction(arg1,arg2,…,argN)
```

La *keyword def* è seguita dal nome della funzione e dalla lista dei suoi argomenti.

Al prototipo della funzione segue il corpo della definizione.

# Funzioni: Definizione



E' possibile aggiungere una stringa di documentazione antecendente il corpo della funzione per spiegare l'utilizzo della funzione e i parametri: *docstrings.*

**Esempio**:

```
def stampa(stringa):
    """La funzione stampa stampa a video la stringa stringa """
    print stringa

help(stampa)
stampa('Ciao')
```

**Prototipo della funzione**

**Docstring**

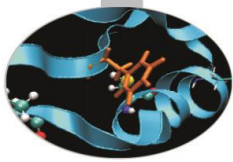
**Corpo della funzione**

**Chiamata della funzione**

**Output**

```
Help on function stampa in module __main__:
stampa(stringa)
    La funzione stampa stampa a video la stringa stringa.
Ciao
```

# Funzioni: def statement



Lo statement *def* è uno statement esecutivo a tutti gli effetti.

Quando viene eseguito crea una nuova *function object* e le assegna un nome.

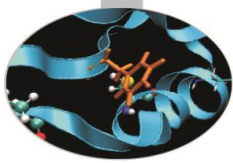
In Python è perfettamente legale dichiarare una funzione incapsulata in altri statements.

```
if test1:                    def void():
        def f1():                    def void2()
                …                            …
else:                        return something
        def f1():
                …
```

La funzione *f1* non viene creata finchè lo statement *def* non viene raggiunto ed eseguito: in Python tutto viene valutato a *runtime* al contrario dei linguaggi compilati.

**Nota** Nell'esecuzione dell'import di un modulo tutte le *function object* in esso definite vengono create.

# Argomenti di una Funzione



**Passaggio di argomenti**

In Python è importante distinguere tra oggetti *mutabili* e *immutabili* per capire il passaggio di argomenti ad una funzione.

Gli oggetti *immutabili* (stringhe, tuple, numeri) vengono passati per *valore*: variazioni di questi parametri non hanno effetti sul programma chiamante.

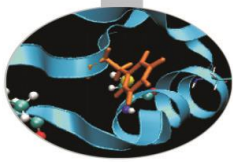
Gli oggetti *mutabili* (liste, dictionary) vengono passati per *referenza*: variazioni di questi parametri si propagano al programma chiamante.

Inoltre le variabili definite nel corpo di una funzione hanno *scope* locale a quella funzione.

**Esempio**

```
lista=[1,2,3,3,4,4,7,8]
def remove_duplicate(vect):
    print “Vect inside function, before: ”, vect
```

# Argomenti di una Funzione



```
for i in vect:
      c=vect.count(i)
     if c>1:
              vect.remove(i)
      print “Vect inside function after: ”, vect
remove_duplicate(lista)
print “Vect outside function ”,vect
```

**Output**

Vect inside function, before: [1,2,3,3,4,4,7,8]

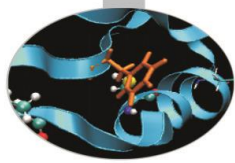
Vect inside function after: [1,2,3,4,7,8]

Vect outside function: [1,2,3,4,7,8]

**Esempio2**

```
lista=[1,2,3,3,4,4,7,8]
def change_vect(vect):
```

# Argomenti di una Funzione



```
print “Vect inside function, before: ”, vect
vect=[4,5,6,6,7]
print “Vect inside function, after: ”, vect
print “Vect outside function, after:”,vect
```

**Output**

Vect inside function, before: [1,2,3,3,4,4,7,8]

Vect inside function after: [4,5,6,6,7]

Vect outside function: [1,2,3,3,4,4,7,8]

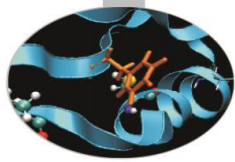
**Argomenti di una funzione**

Il numero di parametri (*required parameters*) che devono essere passati ad una funzione deve essere conforme al prototipo della funzione.

E’ possibile definire degli argomenti di *default* per una funzione, associando al nome del parametro un valore di default.

I parametri di default seguono quelli obbligatori. Specificando dei parametri di default la chiamata a funzione può essere eseguita specificando meno parametri di quelli presenti nel prototipo.

# Argomenti di una Funzione



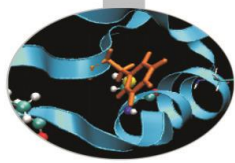
E' possibile chiamare una funzione utilizzando dei *keyword arguments* della forma *keyword=value.*

L'utilizzo dei keyword arguments permette di specificare i parametri senza seguire l'ordine posizionale.

**Esempio**

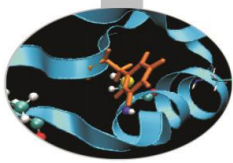
```
def insertion_sort(a):
    for i in range(1,len(a)):
        val=a[i]
        j=i-1
        while (j>=0 and a[j]>val):
            a[j+1]=a[j]
            j=j-1
        a[j+1]=val
    return a
```

# Argomenti di una Funzione



```
def bubble_sort(a):
    n=len(a)
    while(n>0):
        for i in range(0,n-1):
                if(a[i]>a[i+1]):
                    tmp=a[i]
                    a[i]=a[i+1]
                    a[i+1]=tmp
        n=n-1
    return a

def ordina(a,method='bubble',copy=False):
    if method=='bubble':
        if copy==False:
            b=bubble_sort(a)
        else:
            b=bubble_sort(a[:])
```

# Argomenti di una Funzione

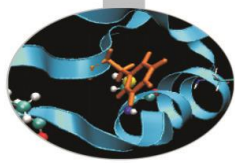


```
elif method==‘insert’:
      if copy==False:
         b=insertion_sort(a)
      else:
         b=insertion_sort(a[:])
else:
   print “No valid method”
   return b
```

**Ouput**

```
v=[5,8,2,4,6,7,2,7,1,9,8]
l=ordina(v)
l2=ordina(v,copy=True)
l3=ordina(v,copy=True,method=‘insert’)
```

# Argomenti di una Funzione



Python consente di utilizzare come parametro di funzione una lista di lunghezza variabile di argomenti. Un asterisco * preposto al nome del parametro indica una lista di argomenti di lunghezza variabile.

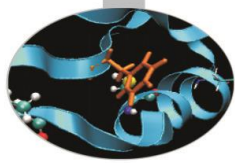
***def func_var_arg(a,b,c,…,*args)***

Questi argomenti vengono mantenuti in una tupla.

**Esempio**

```
def min_max_average(*args):
    avg =0
    n=0
    for el in args:
            n+=1
            avg+=el
     avg/=float(n)
```

# Argomenti di una Funzione



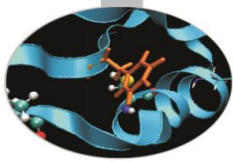
```
min_e=min(args)
max_e=max(args)
print "Media ", avg
print "Min ", min_e
print "Max ", max_e
```

```
min_max_average(3,2,1)
min_max_average(2)
```

**Ouput**

```
Media  2.0
Min  1
Max  3
Media  2.0
Min  2
Max  2
```

# Argomenti di una Funzione



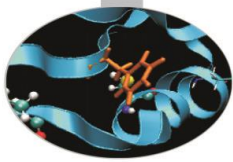
***def func_var_arg(a,b,c,…,**args)***

Un doppio asterisco preposto al nome del parametro indica una lista di lunghezza variabile di keyword arguments.

Questi argomenti vengono mantenuti in un *dictionary.*

```
>>>def function(a,**kw):
    print a
    print kw


>>>function(3)
3
{}
>>>function(3,b=2,c=4)
3
{'c':4,'b'=2}
```

# Argomenti di una Funzione

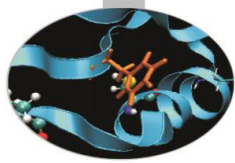


Python permette di utilizzare una funzione come argomento di un'altra funzione. Questa situazione è abbastanza tipica. Data una funzione *f(x)* è necessaria una funzione per:

- Calcolare gli zeri di *f(x)*
- Calcolare l'integrale di *f(x)* in *[a,b]*
- Calcolare un approssimazione della derivata prima
- Etc

La funzione argomento viene trattata allo stesso modo di qualsiasi altro argomento: un riferimento ad un object, in questo caso ad un *function-object.*

# Argomenti di una Funzione



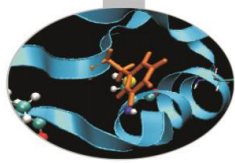
**Esempio** Approssimazione della derivata seconda in un punto.

```
def f(x):
    return x**3

def diff2(f,x,h=1e-6):
    r=(f(x-h)-2*f(x)+f(x+h))/float(h*h)
    return r

if __name__== '__main__':
    print "Diff2 di x^3 per x=", 3, " ", diff2(f,3)
    print "Diff2 di sin(x) per x=", pi," ", diff2(sin,pi)
```

**Output**

```
Diff2 di x^3 per x=3 18.001600210482138
Diff2 di sin(x) per x=pi 0.0
```

# Argomenti di una funzione



Le funzioni in Python sono strutture molto flessibili: sono oggetti a tutti gli effetti. Questo consente a una funzione di essere argomento di un'altra funzione, return value, di essere assegnata ad una variabile etc.

**Esempio:**

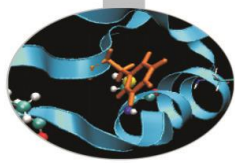
```
def f1(arg):
    print "Sono la funzione1"
    if (arg):
        def f2(x):
            print "Sono la funzione2"
            print "x-value", x
            return x
        return f2
    else: return None
```

```
a=f1
k=a(2)
xx=k(3)
print "xx value ", xx
```

**Output**

```
Sono la funzione 1
Sono la funzione 2
x-value 3
xx value 3
```

# Return Value



La keyword *return* permette di specificare dei valori di ritorno di una funzione al programma chiamante.

In Python è possibile specificare più parametri di ritorno.

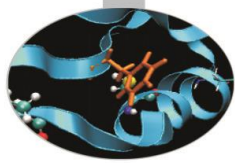
**Esempio:**

```
def swap(a,b):
    tmp=b
    b=a
    a=b
a=2, b=3
print “Prima a=“,a, “ b=“, b
swap(a,b)
print “Dopo a=“,a, “b=“, b
```

**Output**

```
Prima a=2 b=3
Dopo a=2 b=3
```

# Return Value



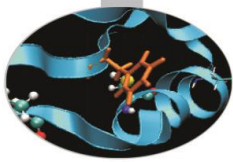
**Esempio:**

```
def swap(a,b):
    tmp=b
    b=a
    a=b
    return a,b
a=2, b=3
print “Prima a=“,a, “ b=“, b
a,b=swap(a,b)
print “Dopo a=“,a, “b=“, b
```

**Output:**

```
Prima a=2 b=3
Dopo a=3 b=2
```

# Scoping di Variabili



Con *scope* di variabili intendiamo la visibilità di una variabile all'interno di un codice.

Con *namespace* si intende una collezione di nomi di entità. In Python viene implementato tramite un dizionario che associa ad ogni variabile il suo valore.

Ciascuna funzione definisce un proprio namespace locale. Anche i metodi di una classe seguono le regole di scoping delle normali funzioni.

Ciascun modulo definisce un proprio namespace.

Possiamo distinguere tra differenti namespace:

- *Built-in namespace*

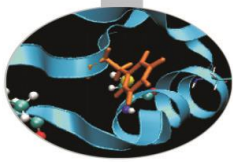
- *Module namespace* definito in un modulo o in un file

- *Local namespace*, definito da una funzione o da una classe

L'interprete durante l'esecuzione ricerca i nomi nell'ordine:

*Local namespace* → *Global namespace* → *Built-in namespace*

# Scoping di Variabili



**Esempio:**

```
x=int(raw_input("Inserisci un numero: "))
```

Built-in

Module/global

```
def square(x):
    x=x*x
    print “Inside function: x è uguale a ",x
square(x)
print “Outside function: x è uguale a “, x
```

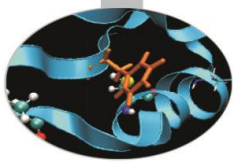
Module/global

Local

**Output:**

```
Inserisci un numero: 5
Inside function: x è uguale a 25
Outside function: x è uguale a 5
```

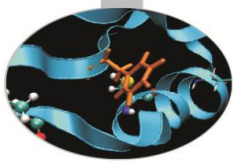
# Scoping di Variabili



ESEMPIO

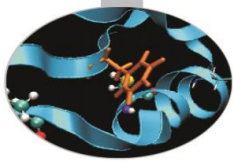
```
>>>val=4
>>> if (val>5):
        def func3(stringa):
            print 'Sono la funzione func3',stringa+str(3)
else:
        def func1(stringa):
            def func2(stringa):
                print 'Sono la funzione func2',stringa+str(2)
            print 'Sono la funzione func1', stringa+str(1)
            func2(stringa)
```

# Scoping di variabile



```
>>> func3()
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#195>", line 1, in <module>
    func3()
NameError: name 'func3' is not defined
>>> func1('Ciao')
Sono la funzione func1 Ciao1
Sono la funzione func2 Ciao2
>>> func2('Ciao')
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#197>", line 1, in <module>
    func2('Ciao')
NameError: name 'func2' is not defined
```

# Scoping di Variabili



Il nome di una variabile globale può essere sovrascritto da una variabile locale. Per evitare ambiguità è utile fare ricorso allo statement *global* con la sintassi *global var1[,var2[,…,varN[.*

**Esempio**

```
gg='abc'
def stampa():
  gg='def'
  ll='ghi'
  print 'Inside stampa()', gg+ll

stampa()
print 'Outside gg:', gg
```

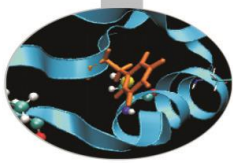
**Output**

```
Inside stampa() defghi
Outside gg: abc
```

```
gg='abc'
        def stampa():
          global gg      <-- global
    gg='def'
          ll='ghi'
          print 'Inside stampa()',gg+ll
              stampa()
print 'Outside gg:', gg
```

```
Inside stampa() defghi
Outside gg: def
```

# Scoping di Variabili



**NOTA1:**

Il caricamento di un modulo avviene tramite la keyword *import*. Esistono però due modalità differenti:

```
import module
from module import
```

Nel primo caso viene importato il modulo ma non viene modificato il namespace corrente. Nel secondo caso vengono importate funzioni e attributi da *module* al *namespace* corrente.

**Esempio:**

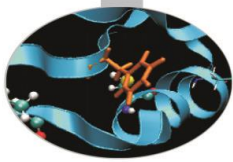
```
import os
os.path.basename(os.getcwd())
'Python25'
```

```
from os import *
path.basename(getcwd())
'Python25'
```

**NOTA2:**

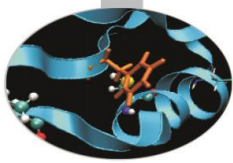
La funzione *locals()* e la funzione *globals()* restituiscono rispettivamente un dizionario con le variabili locali e globali dello scope corrente.

# Scoping di Variabili



```
>>> globals()
{'__builtins__': <module '__builtin__' (built-in)>, '__name__': '__main__', '__doc__': None,
'__package__': None}
>>> import math
>>> globals()
{'__builtins__': <module '__builtin__' (built-in)>, '__name__': '__main__', '__doc__': None,
'math': <module 'math' (built-in)>, '__package__': None}
>>> from math import *
>>> globals()
{'pow': <built-in function pow>, 'fsum': <built-in function fsum>, 'cosh': <built-in function cosh>,
'ldexp': <built-in function ldexp>, 'hypot': <built-in function hypot>, 'acosh': <built-in function
acosh>, 'tan': <built-in function tan>, 'asin': <built-in function asin>, 'isnan': <built-in function
isnan>, 'log': <built-in function log>, 'fabs': <built-in function fabs>, 'floor': <built-in function
floor>, 'atanh': <built-in function atanh>, 'sqrt': <built-in function sqrt>, '__package__': None,
'frexp': <built-in function frexp>, 'factorial': <built-in function factorial>, 'degrees': <built-in
function degrees>, 'pi': 3.141592653589793, 'log10': <built-in function log10>, '__doc__': None,
'math': <module 'math' (built-in)>, 'asinh': <built-in function asinh>, 'fmod': <built-in function
function gamma>}
```

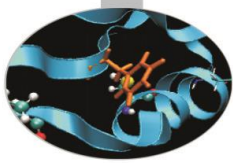
# Scoping di Variabili



fmod>, 'atan': <built-in function atan>, '__builtins__': <module '__builtin__' (built-in)>, 'copysign': <built-in function copysign>, 'cos': <built-in function cos>, 'ceil': <built-in function ceil>, 'atan2': <built-in function atan2>, 'isinf': <built-in function isinf>, 'sinh': <built-in function sinh>, '__name__': '__main__', 'trunc': <built-in function trunc>, 'expm1': <built-in function expm1>, 'e': 2.718281828459045, 'tanh': <built-in function tanh>, 'radians': <built-in function radians>, 'sin': <built-in function sin>, 'lgamma': <built-in function lgamma>, 'erf': <built-in function erf>, 'erfc': <built-in function erfc>, 'modf': <built-in function modf>, 'exp': <built-in function exp>, 'acos': <built-in function acos>, 'log1p': <built-in function log1p>, 'gamma': <built-in

```
>>> def myf():
        x=5
        a=3
        print locals()

>>> myf()
{'a': 3, 'x': 5}
```

# Lambda Function



Python permette la creazione di funzioni *inline anonime,* tramite la keyword *lambda,* con la sintassi:

*lambda <args> : <expression>*

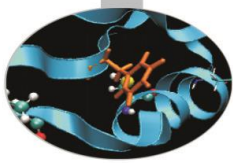
equivalente ad un funzione con argomenti *args* e con *return-value expression.*

Sebbene Python non sia un linguaggio funzionale, l'utilizzo delle *lambda function* congiuntamente all'utilizzo di alcune funzioni *built-in* permette la creazione di costrutti tipici del paradigma funzionale.

**Esempio:**

```
def power(x): return x**2
print "f:" , power(4)
g=lambda x: x**2
print "g:", g(4)
```

# Lambda Function



Le funzioni *built-in:*

*filter(function or None, sequence) -> list*

*map(function, sequence,[sequence,…]) -> list*

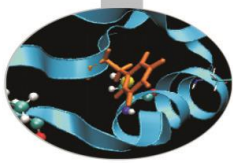
*reduce(function, sequence[, initial]) -> value*

Sono utilizzate spesso in congiunzione con le funzioni lambda.

- *filter* : applica un filtro ad una sequenza
- *map* : applica una funzione a tutti gli elementi di una sequenza
- *reduce*: esegue un'operazione di riduzione su tutti gli elementi di una sequenza

```
>>>l=range(10)
>>> filter(lambda x: x < 3, l)
[0,1,2]
>>>def f(x):
        if(x<3): return True
>>>filter(f,l)
```

# Lambda Function



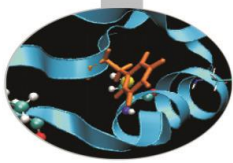
```
>>>map(lambda x:x*3,a)
[0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27]
>>>reduce(lambda x,y: x+y,a)
45
```

**Esempio: Prodotto Matrice-Vettore:**

**-Metodo 1:**

```
def prod_mat_vect1(m,v,dim,dim2):
  res=[0 for i in xrange (len(v))]
  for i in xrange(dim):
      for j in xrange(dim2):
          res[i]+=m[i][j]*v[j]
  return res
```

# Lambda Function



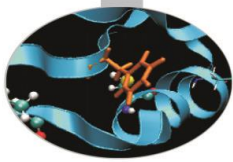
**-Metodo 2: eliminazione ciclo colonne**

```
def prod_mat_vect2(m,v,dim):
  res=[0 for i in xrange(dim)]
for i in xrange(dim):
      res[i]=reduce(lambda x,y: x+y,map(lambda x,y: x*y, m[i][:], v))
  return res
```

**-Metodo 3: eliminazione ciclo righe e colonne**

```
def prod_mat_vect3(m,v,dim):
   index=xrange(dim)
   res=map(lambda i: reduce(lambda x,y: x+y,map(lambda x,y: x*y, m[i][:],
     v)),index)
   return res
```

# Lambda function



Sono solitamente utilizzate per definire piccole porzioni di codice al posto dello statement *def* o dove l'utilizzo degli statement non è consentito sintatticamente o dove si necessita l'utilizzo una sola volta.

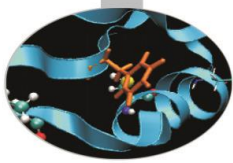
**Esempio (switch with dictionary):**

```
def plus:
    return 2+2
def minus:
    return 2-2
def mult:
    return 2*2
d={'plus':plus(),'minus':minus(), 'mult': mult()}
```

Oppure risparmiando qualche riga di codice:

```
d={'plus': (lambda :2+2) ,
'minus':  (lambda: 2-2)
'mult': (lambda: 2*2) }
```

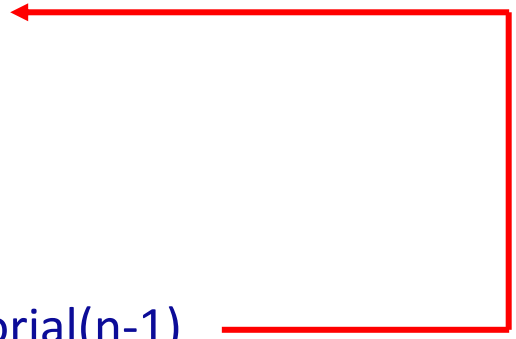
# Funzioni Ricorsive



Una funzione si definisce ricorsiva se contiene all'interno della sua definizione una chiamata a se stessa.

**Esempio**

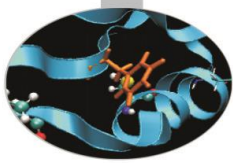
```
def factorial(n):
  if n==0 or n==1:
    return 1
  else:
    return n*factorial(n-1)
```



```
factorial(5)
```

Soluzioni alternative al calcolo del fattoriale possono includere l'utilizzo di *lambda-function* e della funzione *reduce* come segue

# Funzioni Ricorsive



**Esempio:**

```
def mult(x,y):
   return x*y
def fact1_mult(n):
     try:
          return  reduce(mult, xrange(2,n+1))
     except TypeError:
          return 1
def fact2_mult(n):
     try:
          return reduce(lambda x,y: x*y, xrange(2,n+1))
     except TypeError:
          return 1
f=fact1_mult(40)
f2=fact2_mult(40)
```