

Множество (Set)

- ✓ Неупорядоченный набор **без повторяющихся элементов**
- ✓ Имеются математические операции: объединение (**union**), пересечение (**intersection**), разность (**difference**) и симметричная разность

```
A = {1, 3}           # создается set {1,3}
A.add(2)             # 1,2,3
A.add(2)             # 1,2,3 все элементы уникальны
B = set()            # пустой set, а {} это пустой dictionary
B.update([6,5,4,3,4,5]) # {3, 4, 5, 6} обновление из list, tuple...
for i in B: print(i)  # цикл по set: 3,4,5,6
len(B)               # 4 количество элементов
```

frozenset: замороженное множество

- ✓ **frozenset()** такое же множество как **set**, но **immutable**
- ```
FB = frozenset(B) # заморозили B
```

## two sets for the examples

A = {1, 2, 3, 4, 5}; B = {4, 5, 6, 7, 8}

## операции с множествами

```
U = A.union(B) # {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8} union of two sets
U = A | B # the same with operator '|'
I = A.intersection(B) # {4, 5} intersection of two sets
I = A & B # the same this operator '&'
D = B.difference(A) # {8, 6, 7} only in B but not in A
D = A - B # {1, 2, 3} only in A but not in B
SD = A.symmetric_difference(B) # in A and B but not in both
SD = A ^ B # {1, 2, 3, 6, 7, 8 }
```

## генераторы множеств (set comprehensions)

👉 аналогичны генераторам списков, но заключены в фигурные скобки

```
A = {x for x in 'This is a set comprehension' if x not in 'abracadabra'}
print(A) # {' ', 'p', 'h', 'T', 'i', 'm', 'o', 'n', 'e', 's', 't'}
```

# Ассоциативный массив (Dictionary)

- ✓ Ассоциативный массив задает соответствие между множеством ключей `keys` и множеством значений `values`
- ✓ содержит пары  $(k, v)$  где  $k$  ключ, а  $v$  значение
- ✓ ключ `key` уникален: может встречаться в словаре только один раз

## Example: name of coordinate → value

```
pp={} # empty dictionary
pp={'x':1.2,'y':-4.3,'z':456} # 3 entries
pp['r']=sqrt(sum([v**2 for v in p])) # add one more entry
pp['theta']=acos(pp['z']/pp['r']) # add one more entry
pp['phi']=atan2(pp['y'],pp['x']) # add one more entry
rho=pp['rho'] # KeyError!
rho=pp['r'] # access
del pp['x'] # remove key-value pair
```

### ● функция `get(key)`

```
priny(pp.get('y')) # -4.3
print(pp.get('rho')) # None функция "ничего не вернула"
if pp.get('rho') == None:
 print('no rho') # no rho
```

### ● в словаре цикл `for` идет по всем ключам

```
for k in pp:
 print(k, '->', pp[k])
```

### ● генераторы словарей (dict comprehensions)

👉 аналогичны генераторам множеств, но в левой части перед `for` стоит пара **ключ : значение** разделенные двоеточием

```
C = {x : int(x,16) for x in 'ABCDEF'}
print(C) # {'A': 10, 'B': 11, 'C': 12, 'D': 13, 'E': 14, 'F': 15}
```

# Оператор in

## • val in object:

- ✓ для `list`, `tuple`, `string`, `set` проверяет наличие указанного значения в наборе
- ✓ для словаря проверяет наличие указанного ключа

### Пример: list

```
l=['white','black','red','blue']
'red' in l # True
'Red' in l # False
'Red' not in l # True
```

### Пример: dictionary

```
d={1:'o', 2:'t', 10:'x'}
1 in d # True
'o' in d # False
10 not in d # False
```

🔗 `val not in obj`  $\equiv$  `not(val in obj)`

# Функции

- Создание функции:

```
def func_name(список параметров функции):
 operators
```

- Вызов:

```
func_name(аргументы функции)
```

- 👉 параметры – имена в определении функции
- 👉 аргументы – значения фактически передаваемые в функцию

- ✓ Различают функции: глобальные, вложенные, лямбда-функции и методы
- ✓ Функция всегда возвращает значение: если нет `return` (или `return` без значения) то возвращается специальное значение `None`
- ✓ Возвращаемое значение можно игнорировать
- ✓ Возможен рекуррентный вызов как в C

# Аргументы функции: то что передается в функцию

## 1 «Позиционные» аргументы (positional arguments):

- ✓ значение аргумента при вызове определяется порядком следования

## 2 «Именованные» аргументы (keyword arguments):

- ✓ значение аргумента определяется «именем ключа» (параметра)

👉 располагаются после позиционных

```
— тестовая функция —
def fun(a,b,c):
 return a+b+c

call fun() with positional args
fun(1,2,3) # 6
fun('a','b','c') # 'abc'
fun([1,2],['a'],[]) # [1, 2, 'a']
```

```
call fun() with keyword args
fun(a='a',b='b',c='c') # 'abc'
fun(c='a',b='b',a='c') # 'cba'

#positional followed by key args
fun('a',c='b',b='c') # 'acb'
```

### 3 Задание аргументов по умолчанию (default argument values)

- ✓ после параметра указывается значение «по умолчанию»: `name=default`
- ✓ при вызове соответствующие аргументы «необязательны»
- 📖 такие параметры располагаются после «обязательных»

### Аргументы по умолчанию

```
— тестовая функция —
def fun(a,b='B',c='C'):
 return a+b+c
```

```
positional arguments
fun('1') # 1BC
fun('1','2') # 12C
fun('1','2','3') # 123
```

```
keyword arguments
```

```
fun(c=1,a=2,b=3) # 6
fun(c='1',a='2') # 2B1
fun(b='1',a='2') # 21C
```

```
positional followed by key args
```

```
fun('1',c='D') # 1BD
```



## 👉 Специальные параметры функции / и \* ( $\geq$ python3.8)

```
def fun(positional_only,/, standard, *,keywords_only):
```

- ✓ позволяют ограничить способ передачи аргументов: до / могут стоять только позиционные, после \* только именованные
- ✓ используют для улучшения читаемости и скорости выполнения

### Только позиционные аргументы

```
def pos_only_args(a,b=1,/):
 return a+b
```

```
pos_only_args(0) # 1
```

```
pos_only_args(2,3) # 5
```

```
pos_only_args(2,b=2) # TypeError
```

### Только именованные аргументы

```
def key_only_args(*,a,b=1):
 return a+b
```

```
key_only_args(a=0) # 1
```

```
key_only_args(a=2,b=3) # 5
```

```
key_only_args(2,b=2) # TypeError
```

#### 4 «Переменное» (arbitrary) число позиционных аргументов

- ✓ параметр функции задают в виде: `*name`
- ✓ в функции `name` — имя кортежа содержащего набор аргументов
- ✓ идет после всех позиционных аргументов
- ✓ после `*name` могут идти только именованные аргументы

#### Простой пример

```
def fun(a,*b):
 print(a,b)
```

```
fun(1,2,3,'f') # 1 (2, 3, 'f')
fun(1) # 1 ()
```

#### Вычисление суммы $\sum_i x_i^{deg}$

```
def sum_of_degrees(*x,deg=2):
 return sum(v**deg for v in x)
```

```
sum_of_degrees(3,4) # 25
sum_of_degrees(3,4,deg=1) # 7
```

## 5 «Переменное» (arbitrary) число именованных аргументов

- ✓ параметр функции задается в виде: `**name`
- ✓ в функции `name` — имя словаря с парами `имя : значение`
- ✓ `**name` должен быть последним параметром

### Простой пример

```
def fun(a='a',**dic):
 print(a,dic)
```

```
fun(1,rep=1,pop=2) # 1 {'rep': 1, 'pop': 2}
fun(rep=1,pop=2,cop=3) # a {'cop': 3, 'rep': 1, 'pop': 2}
fun() # a {}
```

## ● Распаковка (unpacking) аргументов из «наборов данных»

- ✓ что бы передать содержимое списка/кортежа/set в функцию ожидающую набор аргументов используют оператор распаковки \*
- ✓ для словаря используется оператор распаковки \*\*

### операторы распаковки \* и \*\*

\_\_\_\_\_ тестовая функция \_\_\_\_\_

```
def fun(a,b,c):
 return a+b+c
```

```
t=(2,3,4) # tuple
fun(*t) # 9
l=[2,3,4] # list
fun(*l) # 9
d={'a':2,'b':3,'c':4} # dict.
fun(**d) # 9
```

### пример-2

\_\_\_\_\_ тестовая функция \_\_\_\_\_

```
def sum_of_squares(*arg):
 return sum(v**2 for v in arg)
```

```
sum_of_squares(2,3,4) # 29
sum_of_squares(*t) # 29
sum_of_squares(*l) # 29
sum_of_squares(*t[:2],*l[1:]) # 38
```

## ● Изменяемые и неизменяемые объекты как аргументы функции

- ✓ аргументы в функцию передаются по ссылке ("pass by reference")
- ✓ если объект неизменяемый ("immutable"), функция его изменить не может; изменяемые объекты ("mutable") могут в функции меняться
- **Неизменяемые:** `int`, `float`, `complex`, `tuple`, `string`, `frozenset`
- **Изменяемые:** `list`, `set`, `dictionary`, `user-defined classes`

### Test mutable/immutable objects

тестовая функция

```
def fun(x,y):
 print(x is y,end=';') #operator is
 x += y
 print(x is y,':',x)
```

список

```
L=[1,2]
fun(L,L) #True;True : [1,2,1,2]
print('L=',L) #L= [1, 2, 1, 2]
```

число

```
i=1
fun(i,i) #True;False : 2
print('i=',i) #i= 1
```

текст

```
s='str'
fun(s,s) #True;False : strstr
print('s=',s) #s= str
```

кортеж

```
t=3,
fun(t,t) #True;False : (3, 3)
print('t=',t) #t= (3,)
```

# Локальные и глобальные переменные в функции

Переменная внутри функции, которая не является параметром:

- **Локальная:** если ей присваивается значение
- **Глобальная:** используется только на «чтение» или она объявлена как глобальная с помощью `global`

● инструкция `global` сообщает, что переменная глобальная

```
def fun(x):
 # print(y) -- UnboundLocalError
 y=1 # y is local here
 return x+y

y=10
print(fun(1),y) # 2 10
```

```
def funG(x):
 global y
 y=1
 return x+y

y=10
print(funG(1),y) # 2 1
```

# Вложенные функции (nested functions)

- ✓ в python функцию можно определить внутри другой функции
- ✓ все локальные переменные внешней функции доступны во вложенной функции только «для чтения»

```
def fun()
 i=1 # 'i' is local in fun()
 def f2(n): # nested function
 return n*(n+i)//2 # use 'i' variable from fun()
 return f2(1)+f2(3)+f2(5)

print(fun(2)) # 25
```

👉 Использовать `f2()` можно только внутри `fun()`

## ● Служебное слово `nonlocal`

- ✓ объявляет, что переменная не является локальной переменной вложенной функции

```
def fun()
 i=1 # 'i' is local in fun()
 def f4(n):
 nonlocal i # declare that 'i' is not local in f4()
 i += 1 # use 'i' variable from fun()
 return n*(n+i)//2
 return f4(1)+f4(2)+f4(3)
print(fun(0)) # 14
```



# Функции как объекты

- В python функция это объект (first class object)

- ✓ можно использовать как аргумент другой функции
- ✓ может быть возвращаемым значением другой функции
- ✓ может содержаться в различных структурах, например в списке или словаре

## Пример: функция как аргумент

\_\_\_\_\_ тестовая функция \_\_\_\_\_

```
def operate(f,x):
 return f(x)
```

```
import math
```

```
operate(math.sqrt,math.pi)
```

```
1.7724538509055159
```

```
operate(sum_of_squares,2)
```

```
4
```

# Лямбда-функции (анонимные функция)

## Lambdas, lambda-function, анонимная (без имени) функция

- ✓ лямбда-функция создаются выражением: `lambda parameters: expression`
- ✓ параметры и аргументы такие же как у обычной функции
- ✓ операторы в `expression` не должны содержать условные инструкции и циклы
- ✓ обычно создается в месте использования: внутри обычных функций
- ✓ лямбда-функцию можно сохранить в переменную и тогда она приобретет имя

```
operate(lambda x: x**2, 4) # lambda function inside of operate()
sq=lambda x: x**2 # save lambdas to variable
operate(sq,4) # 16
```

```
sum_sq=lambda *vec: sum(x**2 for x in vec) # vec: variable list of args
sum_sq(1,2,3) # 14
```

## ● Использование в «ключевых функциях» (key functions)

- ✓ функция возвращающая значение по которому делается сортировка
- ✓ используется в: `sorted()`, `list.sort()`, `min()`, `max()` ...

## ● Пример для `sorted()`

```
_____ list of tuples we want to sort _____
lt = [(0, 'black'), (1, 'white'), (3, 'red'), (2, 'blue')]
```

```
sorted(lt, key=lambda pair: pair[0]) # sort by number
[(0, 'black'), (1, 'white'), (2, 'blue'), (3, 'red')]
```

```
sorted(lt, key=lambda pair: pair[1]) # sort by color name alphabetically
[(0, 'black'), (2, 'blue'), (3, 'red'), (1, 'white')]
```

```
sorted(lt, key=lambda pair: len(pair[1])) # sort by length of color name
[(3, 'red'), (2, 'blue'), (0, 'black'), (1, 'white')]
```

## Несколько возвращаемых значений

- Вернуть или `tuple` или `list` или `dictionary`

---

```
_____ using tuple _____

def sin_cos(alpha):
 return sin(alpha),cos(alpha) # tuple with two elements

s,c = sin_cos(0.1) # unpack tuple to variables s and c
```

---

## `main()` функция

- в питоне нет «стартовой» точки, но часто используется прием со специальной переменной `__name__`

---

```
def main():
 # code for main()-function here

if __name__ == "__main__":
 main()
```

---