Wstęp do programowania w środowisku PYTHON

https://https://docs.python.org/3/

Kontakt: mkuich@fuw.edu.pl

Mteriały: www.fuw.edu.pl/~mkuich/tik2022/

Cechy Python'a

- UWAGA! Korzystamy z Python3 (preferowany python3.10)
- Język programowania wysokiego poziomu ogólnego przeznaczenia
- Polecenia/kody w Python'ie są **interpretowane** przez specjalny interpreter
- Posiada bardzo rozbudowany pakiet bibliotek standardowych
- Dominuje paradygmat obiektowości $\rightarrow$ wszystko jest obiektem
- Automatycznie zarządza pamięcią i posiada dynamiczny system typów zmiennych
- Najpopularniejsze IDE:
  - Spyder, `www.spyder-ide.org`
  - PyCharm, `www.jetbrains.com/pycharm/`
  - Jupyter, `www.jupyter.org`
  - Visual Studio Code `code.visualstudio.com/`
  - IDLE - zintegrowany
- Na pracowni:
  - `IDLE`
  - `Spyder`
- Sugestia dla prywatnych PC: Anaconda + Spyder `www.anaconda.com/`

Uruchamianie

- "Programy"→ "Programowanie" → "IDLE 3"
  lub otwieramy zwykły terminal i wpisujemy `python3`
  - otworzyliśmy interpreter, w którym mamy dostęp do pełnej funkcjonalności Python'a i interaktywnie możemy pracować. Wypróbuj np.:
    `print('Hello worl')` - polecenie wypisze na ekran ciąg znaków
  - taki tryb może posłużyć, jako podręczny kalkulator; oblicz:
    `3+4`
    `17/3`
    `17%3` – modulo, reszta z dzielenia
    `2**3` – funkcja wykładnicza
    `1+3*4` vs `(1+3)*4` – kolejność wykonywania działań
  - zmienne w trybie interaktywnym, wypróbuj:
    `a=8`
    `b=10-a`
    `a*b`
  - funkcje matematyczne:
    `sin(3.14)` ???
    brakuje pakietu
  - `quit()` lub `CTRL+D` pozwala na wyjście z programu

Python - podstawowe pakiety

1. Pakiet `math`
   - biblioteka z funkcjami matematycznymi
   - użycie: `import math` lub `import math as m`
2. Pakiet `numpy`
   - biblioteka do zaawansowanych obliczeń numerycznych, operacji na macierzach
   - wprowadza obiekty `array`
   - użycie: `import numpy` lub `import numpy as n`
3. Pakiet `matplotlib`
   - biblioteka do wizualizacji danych
   - tutaj: rysowanie wykresów
   - użycie:`import matplotlib.pyplot` lub `import matplotlib.pyplot as pl`
4. Pakiet `scipy`
   - biblioteka do zastosowań naukowych
   - tutaj: dopasowywanie funkcji do danych, liniowa algebra, całkowanie ...
   - użycie: `import scipy.optimize` lub `import scipy.optimize as sp`

Funkcje matematyczne - pakiet `math`

- Podstawowe funckje:

funkcja	opis
`log(wartość)`	logarytm, o podstawie e
`log10(wartość)`	logarytm, o podstawie 10
`sin(wartość)`	sinus, wartość w radianach
`cos(wartość)`	cosinus, wartość w radianach
`sqrt(wartość)`	pierwiastek kwadratowy
`pow(wartość, wartość)`	funkcja wykładnicza

- Dokumentacja: `https://docs.python.org/3/library/math.html`
- Przykład:

```
import math
math.sin(3.14)
```

- **Zadanie 1. Oblicz:**

  $\sin(\pi/3)$

  $\log_{10} 10$

  $\sqrt[3]{8}$

Skrypty

- Skrypt to plik tekstowy o rozszerzeniu `.py`, zawierający kod źródłowy programu interpretowanego przez interpreter
- Uruchamianie skryptu przez interpreter:
  IDLE: `Run→Run Module (F5)`
  Spyder: `zielony trójkąt w prawo (F5)`
  PyCharm: `zielony trójkąt w prawo (Shift+F10)`
  terminal: `python3 skrypt.py`
- Opcjonalnie jeśli dodamy shebang w pierwszej linijce naszego skryptu, to możemy go uruchomić w terminalu następująco:
  `./skrypt.py`
  → shebang: `#!/usr/bin/python3`
  → należy pamiętać, że skrypt powinien mieć uprawnienia do wykonywania
- Skrypty edytujemy w dowolnym edytorze tekstu lub IDE
- Przykładowy skrypt:

```
#!/usr/bin/python3
print('Hello world')
```

To *wartość* a nie *zmienna* posiada typ

- Porównaj:

`print('2+3')`
ciąg znaków

`print(2+3)`
liczby całkowite

- Przykłady typów wartości

Typ	Opis	Przykład
`str`	ciąg znaków (niezmienny)	`'abc'` lub `"abc"`
`int`	liczba całkowita o dowolnej wartości	`13`
`float`	liczba zmiennoprzecinkowa	`3.1416`
`complex`	liczba zespolona	`3 + 2.7i`
`bool`	wartość logiczna	`True` lub `False`
`list`	lista dowolnych wartości	`[4.0, 'abc', True]`
`tuple`	krotka (niezmienna - lista wartości)	`(4.0, 'abc', True)`
`set`	nieindeksowany zbiór wartości	`{4.0, 'abc', True}`
`dict`	słownik, czyli tablica asocjacyjna	`{'key0:1.0,'key1':False}`
`NoneType`	obiekt reprezentujący brak wartości, odpowiednik wartości `null`	`None`

- Sprawdzanie typu wartości: `type(<wartość>)`
  np.: `type(44)`

Uporządkowane sekwencje obiektów

Krotki

- **niezmienne**
- definicja przez `()`
- przykład:
  `krotka1 = (1, 2, 5)`
- wypisanie całek listy:
  `print(krotka1)`
- wypisanie elementu listy:
  `print(krotka1[1])`
  iteracja od 0 do n-1
- wypisanie dlugości listy:
  `print(len(krotka1))`

Listy

- **zmienne**
- definicja przez `[]`
- przykład:
  `lista1 = [1, 2, 5]`
- wypisanie całek listy:
  `print(lista1)`
- wypisanie elementu listy:
  `print(lista1[1])`
  iteracja od 0 do n-1
- wypisanie dlugości listy:
  `print(len(lista1))`
- podmiana elementu:
  `lista1[0]=7`
- dadanie elementu na końcu:
  `lista1.append(13)`
- usuwanie elementu:
  `del lista1[2]`

Instrukcja warunkowa `if`

```
if <warunek>:
   <rób coś>
elif <inny warunek>:
   <rób coś innego>
else:
   <rób coś innego>
```

Przykład:

```
if x==2:
  print('x wynosi dwa')
elif x==3:
  print('x wynosi trzy')
else:
  print('x jest inne)
```

Pętla `for`

```
for <element> in <sekwencja>:
   <rób coś przy każdej iteracji pętli>
```

Przykład 1: liczby od 0 do 10

```
for i in range(0,11):
   print(i)
```

Przykład 2: iteracja po elementach

```
for item in lista:
   print(item)
```

Zadanie 2.

Napisz program `suma.py`, wykorzystujący pętlę `for` do liczenia sumy liczb całkowitych od 1 do 100.

Zadanie 3.

Napisz program `modulo.py`, w którym utworzysz listę dowolnych liczb całkowitych i wypiszesz na ekran te, które są podzielne przez 3. Należy skorzystać z pętli `for` i instrukcji warunkowej `if`.

Funkcje

- Funkcje definiujemy na początku programu
- Przykład definicji funkcji i jej wywołania w skrypcie:

```
def przywitanie(): #definicja funkcji
   print('Pozdrowienia z mojej funckji!') #instrukcje

przywitanie()
```

- Przykład funkcji zwracającej wartość i obliczjącej obwód trójkąta:

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

a = float(input('Enter side a:  '))
b = float(input('Enter side b:  '))
c = float(input('Enter side c:  '))
d = perimeter(a, b, c)
print('perimeter:  ', d)
```

Zadanie 4.

Napisz skrypt `funkcje.py` zawierający trzy funkcje liczące: pole koła, trójkata i kwadratu. Wczytaj z klawiatury niezbędne dane i policz dla nich wszystkie trzy pola. Wynik wypisz na ekran.

Wskazówka: **Pamiętaj o zaimportowaniu pakietu pozwalającego wykorzystywać funkcje i stałe matematyczne. Wykorzystaj instrukcje warunkowe, aby sprawdzić poprawność wymiarów figur podanych przez użytkownika, a w przypadku podania wymiarów mniejszych lub równych 0, wyświetl komunikat.**

Rysowanie z kolekcji

```
import matplotlib.pyplot as p

#zbior punktow x
x0=[1,2,3,4,5]
#zbiór punktow y odpowiadajacy x
y0=[2,4,6,8,10]

p.plot(x0,y0)
p.plot(x0,y0,'ro')
#zapisywanie obrazka
p.savefig('przyklad1.pdf')
#wyświetlanie obrazka
p.show()
```

Podstawowe opcje rysowania

Other options for the color characters are:

```
'r' = red
'g' = green
'b' = blue
'c' = cyan
'm' = magenta
'y' = yellow
'k' = black
'w' = white
```

Options for line styles are

```
'-' = solid
'--' = dashed
':' = dotted
'-.' = dot-dashed
'.' = points
'o' = filled circles
'^' = filled triangles
```

Więcej na:
`https://matplotlib.org/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.plot.html`

Zadanie 5.

Napisz skrypt `sinus1.py` zawierający definicję dwóch list bądź krotek. Pierwsza z kolekcji, x, powinna zawierać 7 punktów z przedziału od 0 do 2π, a druga, y wartości $\sin x$. Narysuj wykres sinusa zieloną ciągłą linią i zapisz do w pliku `sinus1.pdf`.

Wskazówka: **Pamiętaj o zaimportowaniu pakietu pozwalającego wykorzystywać funkcje i stałe matematyczne.**

Tablice z pakietu numpy

- **Przykład 1 - tworzenie i wypisanie tablicy 1D**
- Przykład 2 - tablice jako argumenty operatorów i funkcji
- Przykład 3 - tworzenie zakresów
- Przykład 4 - tworzenie i drukowanie tablic 2D
- Przykład 5 - indeksowanie oraz wycinanie wierszy i kolumn
- Przykład 6 - wczytywanie tablic dwuwymiarowych z pliku
- Przykład 7 - mnożenie wektorów

```
#dołączenie pakietu numpy
import numpy as n

#tworzenie tablicy
v = n.array([2, 5, 1, 3])
#wypisanie całej tablicy
print(v)
#wypisanie elementu tablicy
print(v[2])
```

Tablice z pakietu numpy

- Przykład 1 - tworzenie i wypisanie tablicy 1D
- **Przykład 2 - tablice jako argumenty operatorów i funkcji**
- Przykład 3 - tworzenie zakresów
- Przykład 4 - tworzenie i drukowanie tablic 2D
- Przykład 5 - indeksowanie oraz wycinanie wierszy i kolumn
- Przykład 6 - wczytywanie tablic dwuwymiarowych z pliku
- Przykład 7 - mnożenie wektorów

```
import numpy as n


def f(x):
   return n.sin(x * n.pi / 180)

v = n.array([2,5,1,3])
#mnożenie przez skalar
print(2 * v)
#dodawanie element do elementu
print(v + n.array([1,2,-2,-1]))
#mnożenie elementu przez element
print(v * n.array([1,2,-2,-1]))
#przekazanie tablicy do funkcji
print(f(v))
```

Tablice z pakietu numpy

- Przykład 1 - tworzenie i wypisanie tablicy 1D
- Przykład 2 - tablice jako argumenty operatorów i funkcji
- **Przykład 3 - tworzenie zakresów**
- Przykład 4 - tworzenie i drukowanie tablic 2D
- Przykład 5 - indeksowanie oraz wycinanie wierszy i kolumn
- Przykład 6 - wczytywanie tablic dwuwymiarowych z pliku
- Przykład 7 - mnożenie wektorów

```
import numpy as n

#jeśli znamy interwał między punktami
u = n.arange(0, 10, 1.5)
print(u)

#jeśli znamy liczbę punktów
t = n.linspace(0.0, 10.0, 100)
print(t)
```

Tablice z pakietu numpy

- Przykład 1 - tworzenie i wypisanie tablicy 1D
- Przykład 2 - tablice jako argumenty operatorów i funkcji
- Przykład 3 - tworzenie zakresów
- **Przykład 4 - tworzenie i drukowanie tablic 2D**
- Przykład 5 - indeksowanie oraz wycinanie wierszy i kolumn
- Przykład 6 - wczytywanie tablic dwuwymiarowych z pliku
- Przykład 7 - mnożenie wektorów

```
import numpy as n

m = n.array([[1,2,3],[4,5,6]])
print(m)
#mozna dodawać kolejne wymiary tablicy w nieskończoność
```

Tablice z pakietu numpy

- Przykład 1 - tworzenie i wypisanie tablicy 1D
- Przykład 2 - tablice jako argumenty operatorów i funkcji
- Przykład 3 - tworzenie zakresów
- Przykład 4 - tworzenie i drukowanie tablic 2D
- **Przykład 5 - indeksowanie oraz wycinanie wierszy i kolumn**
- Przykład 6 - wczytywanie tablic dwuwymiarowych z pliku
- Przykład 7 - mnożenie wektorów

```
import numpy as n

m = n.array([[1,2,3],[4,5,6]])
print(m)
print(m[0, 1])
print(m[0, :])
print(m[:, 1])
# arr[wiersz, kolumna]
# iteracja od 0 do n-1
# : oznacza cały wiersz (bądź kolumnę)
```

Tablice z pakietu numpy

- Przykład 1 - tworzenie i wypisanie tablicy 1D
- Przykład 2 - tablice jako argumenty operatorów i funkcji
- Przykład 3 - tworzenie zakresów
- Przykład 4 - tworzenie i drukowanie tablic 2D
- Przykład 5 - indeksowanie oraz wycinanie wierszy i kolumn
- **Przykład 6 - wczytywanie tablic dwuwymiarowych z pliku**
- Przykład 7 - mnożenie wektorów

```
import numpy as n

tab = n.loadtxt('array.txt')
print(tab)
#wyswietlanie pierwszej kolumny
print(tab[:, 0])
#wyswietlanie drugiej kolumny
print(tab[:, 1])
#wyswietlanie trzeciej kolumny
print(tab[:, 2])
```

Tablice z pakietu numpy

- Przykład 1 - tworzenie i wypisanie tablicy 1D
- Przykład 2 - tablice jako argumenty operatorów i funkcji
- Przykład 3 - tworzenie zakresów
- Przykład 4 - tworzenie i drukowanie tablic 2D
- Przykład 5 - indeksowanie oraz wycinanie wierszy i kolumn
- Przykład 6 - wczytywanie tablic dwuwymiarowych z pliku
- **Przykład 7 - mnożenie wektorów**

```
import numpy as n

v = n.array([1, 2, 3])
u = n.array([4, 5, 6])

skalarny = n.vdot(v,u)
wektorowy = n.cross(v,u)

print(skalarny)
print(wektorowy)
```

Zadanie 6.

Napisz skrypt, który wczyta dane z pliku `array2.txt` do tablicy z pakietu `numpy`, sprawdź jej wymiary. Następnie w dokumentacji pakietu `numpy` znajdź funkcję, która pozwoli Ci na utworzenie macierzy jednostkowej o wymiarach odpowiadających wczytanej tablicy. Oblicz iloczyn elementów odpowiadających w obu macierzach, iloczyn skalarny obu tablic, a także iloczyn wektorowy macierzy `array2` i macierzy jednostkowej oraz odwrotny. Wszystkie wyniki wypisz na ekranie.

Rysowanie z tablicy - przykład 8.1

```
import matplotlib.pyplot as p
import numpy as n

#zbior punktow x
x1 = n.array([1,2,3,5,8])
#zbiór puntow y
y1 = n.array([6,9,7,8,7])

p.plot(x1,y1)
p.savefig('przyklad8.pdf')
p.show()
```

Zadanie 7.

Napisz skrypt `sinus2.py` zawierający definicję dwóch tablic. Pierwsza z tablica, x, powinna zawierać 100 punktów z przedziału od 0 do 2π, a druga, y wartości $\sin x$. Narysuj wykres sinusa niebieską przerywaną linią i zapisz do w pliku `sinus2.pdf`. Powstały w wyniku makra wykres porównaj z wykresem `sinus1.pdf`

Wskazówka: **Pamiętaj o zaimportowaniu pakietu pozwalającego wykorzystywać funkcje i stałe matematyczne.**

Rysowanie wykresów - kontynuacja przykładów

- **Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy**
- **Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)**
- Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności
- Przykład 8.4 - formatowanie wykresu
- Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami
- Przykład 8.6 - legenda
- Przykład 8.7 - tekst
- Przykład 8.8 - osie
- Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły

```
import matplotlib.pyplot as p
import numpy as n
import math as m

x1 = n.array([1,2,3,5,8])
y1 = n.array([6,9,7,8,7])
p.plot(x1,y1)

x2 = n.linspace(0.0,2*m.pi,100)
y2 = n.sin(x2)
p.plot(x2, y2)

p.savefig('przyklad8.pdf')
```

Rysowanie wykresów - kontynuacja przykładów

- Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy
- Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)
- **Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności**
- Przykład 8.4 - formatowanie wykresu
- Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami
- Przykład 8.6 - legenda
- Przykład 8.7 - tekst
- Przykład 8.8 - osie
- Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły

```
import matplotlib.pyplot as p
import numpy as n
import math as m

x1 = n.array([1,2,3,5,8])
y1 = n.array([6,9,7,8,7])
p.plot(x1,y1)

x2 = n.linspace(0.0,2*m.pi,100)
y2 = n.sin(x2)

p.plot(x2, y2)


data = n.loadtxt('plot.txt')
x3 = data[:, 0]
y3 = data[:, 1]
p.plot(x3, y3)

p.savefig('przyklad8.pdf')
```

Więcej na: `www.matplotlib.org/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.plot.html`

- Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy
- Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)
- Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności
- **Przykład 8.4 - formatowanie wykresu**
- Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami
- Przykład 8.6 - legenda
- Przykład 8.7 - tekst
- Przykład 8.8 - osie
- Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły

```
import matplotlib.pyplot as p
import numpy as n
import math as m

x1 = n.array([1,2,3,5,8])
y1 = n.array([6,9,7,8,7])
p.plot(x1,y1,'r:',linewidth = 6)

x2 = n.linspace(0.0,2*m.pi,100)
y2 = n.sin(x2)
p.plot(x2, y2, 'b- -')

data = n.loadtxt('plot.txt')
x3 = data[:, 0]
y3 = data[:, 1]
p.plot(x3, y3,'go')

p.savefig('przyklad8.pdf')
```

Więcej na: `www.matplotlib.org/3.1.1/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.errorbar.html`

- Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy
- Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)
- Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności
- Przykład 8.4 - formatowanie wykresu
- **Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami**
- Przykład 8.6 - legenda
- Przykład 8.7 - tekst
- Przykład 8.8 - osie
- Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły

```
import matplotlib.pyplot as p
import numpy as n
import math as m

x1 = n.array([1,2,3,5,8])
y1 = n.array([6,9,7,8,7])
p.plot(x1,y1, 'r:', linewidth = 6)

x2 = n.linspace(0.0,2*m.pi,100)
y2 = n.sin(x2)
p.plot(x2, y2, 'b - -')

data = n.loadtxt('plot.txt')
x3 = data[:, 0]
y3 = data[:, 1]

dx3 = data[:, 2]
dy3 = data[:, 3]
p.errorbar(x3,y3,xerr=dx3,yerr=
  dy3,capsize=3,fmt='o')

p.savefig('przyklad8.pdf')
```

Więcej na: `www.matplotlib.org/3.1.1/api/_as_gen/matplotlib.pyplot.legend.html`

- Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy
- Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)
- Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności
- Przykład 8.4 - formatowanie wykresu
- Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami
- **Przykład 8.6 - legenda**
- Przykład 8.7 - tekst
- Przykład 8.8 - osie
- Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły

```
...

x1 = n.array([1,2,3,5,8])

y1 = n.array([6,9,7,8,7])
p.plot(x1,y1,'r:',linewidth=6,
  label='array')

x2 = n.linspace(0.0,2*m.pi,100)

y2 = n.sin(x2)
p.plot(x2, y2, 'b - -',
  label='function')

data = n.loadtxt('plot.txt')
x3 = data[:, 0]
y3 = data[:, 1]
dx3 = data[:, 2]

dy3 = data[:, 3]
p.errorbar(x3,y3,xerr=dx3,
  yerr=dy3,capsize=3, fmt='o',
  label='file')

p.legend()

p.savefig('przyklad8.pdf')
```

Rysowanie wykresów - kontynuacja przykładów

- Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy
- Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)
- Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności
- Przykład 8.4 - formatowanie wykresu
- Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami
- Przykład 8.6 - legenda
- **Przykład 8.7 - tekst**
- Przykład 8.8 - osie
- Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły

```
...

p.legend((l1, l2, l3), ('array',
  'function', 'file'))


p.text(1,4, 'ąśęłńóśźż')
p.text(1, 5, r'

   $\Delta=\frac{1}
  {r^2}\frac{\partial}{\partial r}
  r^2\frac{\partial}{\partial r}+
  \frac{1}{r^2}\left(\frac{1}{\sin
  \theta}\frac{\partial}{\partial
  \theta}\sin\theta\frac{\partial}
  {\partial\theta}+\frac{1}
  {\sin^2\theta}\frac{\partial^2}
  {\partial\phi^2}\right)$

  ')
p.savefig('przyklad8.pdf')
```

Rysowanie wykresów - kontynuacja przykładów

- Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy
- Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)
- Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności
- Przykład 8.4 - formatowanie wykresu
- Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami
- Przykład 8.6 - legenda
- Przykład 8.7 - tekst
- **Przykład 8.8 - osie**
- Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły

```
...

p.axis([0.1, 10, -2, 10])

p.savefig('przyklad8.pdf')
```

→ pierwsza i druga liczba określają zakres osi X

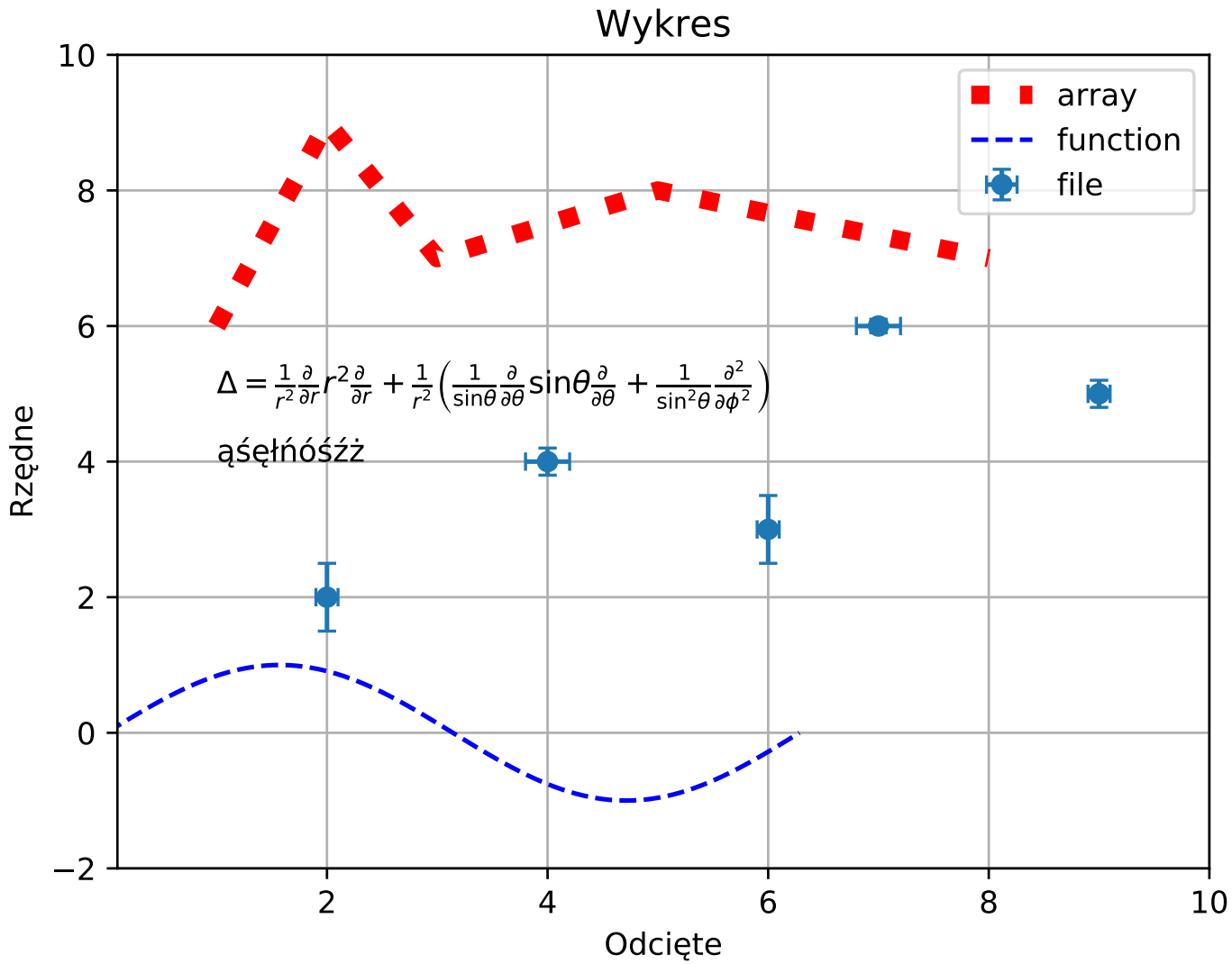
→ kolejne dwie liczby określają zakres osi Y

Rysowanie wykresów - kontynuacja przykładów

- Przykład 8.1 - rysowanie z tablicy
- Przykład 8.2 - wykreślanie funkcji (zadanie 7)
- Przykład 8.3 - rysowanie danych z pliku bez niepewności
- Przykład 8.4 - formatowanie wykresu
- Przykład 8.5 - rysowanie danych z pliku z niepewnościami
- Przykład 8.6 - legenda
- Przykład 8.7 - tekst
- Przykład 8.8 - osie
- **Przykład 8.9 - siatka, opisy i tytuły**

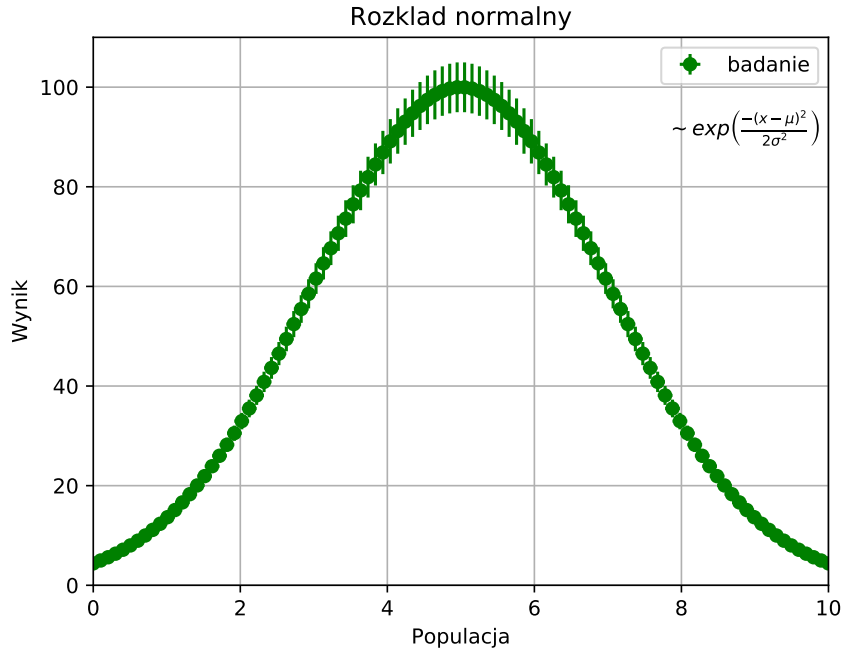
```
...

pl.grid(True)

p.xlabel('Odcięte')
p.ylabel('Rzędne')

p.title('Wykres')

p.savefig('przyklad8.pdf')
```

“Przykładowy wykres”



Zadanie 8.

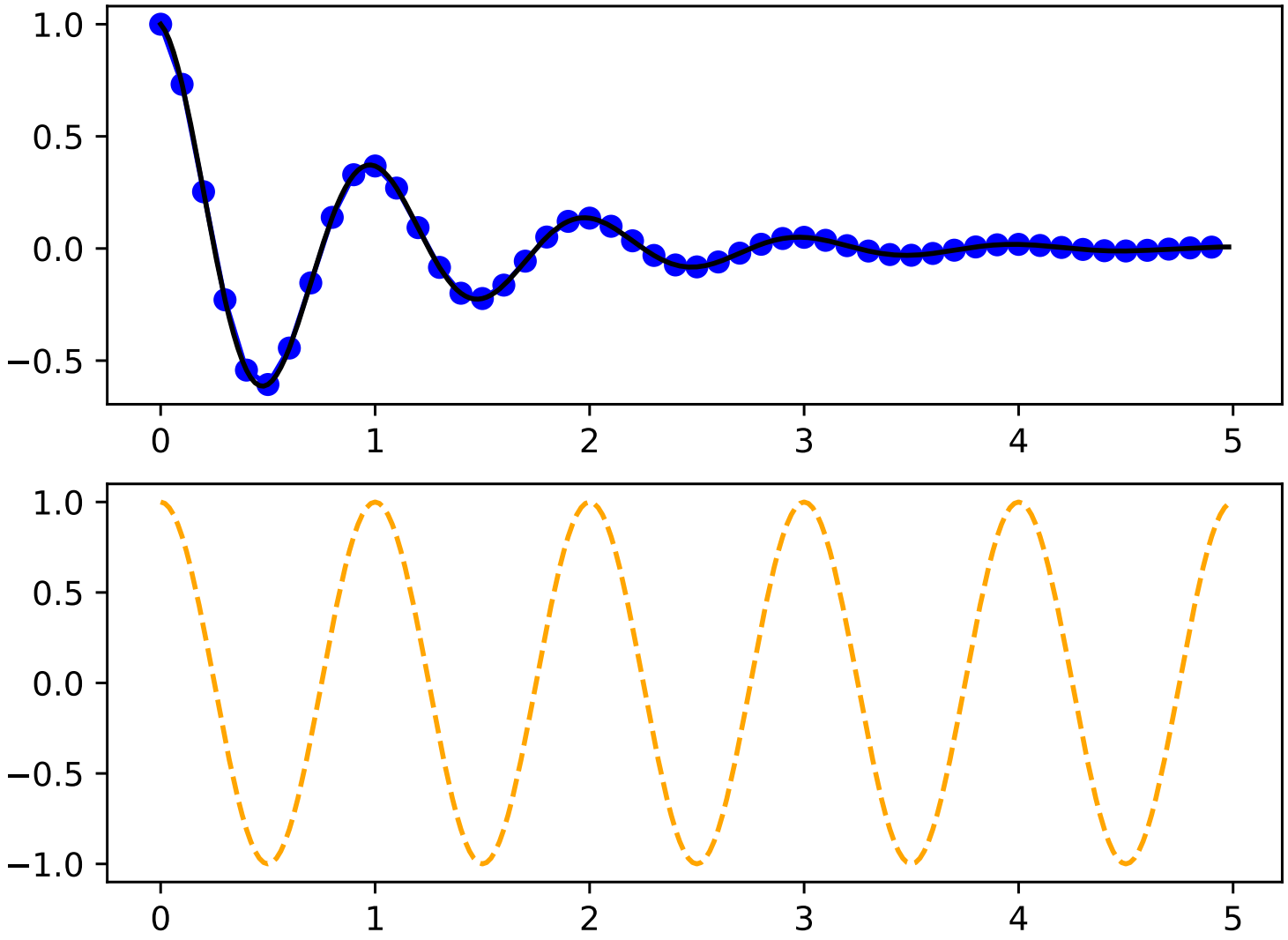
W pliku `bell_curve.txt` zostały zapisane cztery kolumny liczb w formacie: x, y, błąd x, błąd y. Wczytaj dane z pliku i narysuj punkty z błędami (funkcja errorbar z biblioteki matplotlib). Sformatuj wykres tak, aby był narysowany zielonymi punktami, opisz osie, zrób legendę. Dodaj tekst napisany w LaTeX'u opisujący krzywą dzwonową, a rysunek zapisz do pliku `bell.pdf`.



Wzmianka o subplot'cie

```
import numpy as n
import matplotlib.pyplot as pl
def f(t):
  return n.exp(-t) * n.cos(2*n.pi*t)

t1 = n.arange(0.0, 5.0, 0.1)
t2 = n.arange(0.0, 5.0, 0.02)

p.figure()
p.subplot(211) # nrows, ncols, index
p.plot(t1, f(t1), color='blue', marker='o')
p.plot(t2, f(t2), color='black')

p.subplot(212) # nrows, ncols, index
p.plot(t2,n.cos(2*n.pi*t2),color='orange',linestyle='- -')

p.savefig('subprzyklad8.pdf')
```

Subplot



Fitowanie funkcji do danych - pakiet SciPy

- Pakiet SciPy jest biblioteką do zastosowań naukowych
- Tutaj wykorzystanie podbiblioteki `optimize`:

  `import scipy.optimize` lub `import scipy.optimize as sp`

  `https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.html`

- Zastosujemy metodę `curve_fit` do dopasowania funkcji do danych

```
import scipy.optimize as sp

par,cov = sp.curve_fit(f,x,y,p0=start,sigma=s,
absolute_sigma=True)
```

```
from scipy.optimize import curve_fit

par,cov = curve_fit(f,x,y,p0=start,sigma=s,
absolute_sigma=True)
```

Curve_fit

- Wywołanie funkcji dopasowującej krzywą teoretyczną do danych:

```
par,cov = curve_fit(f,x,y,p0=start,sigma=s,absolute_sigma=True)
```

- Metoda zwraca:
  ⇒ macierz 1D z parametrami (`par`) dopasowania funkcji `f`
  ⇒ 2D macierz kowariancji (`cov`) dopasowania
- Argumenty metody `curve_fit`:
  ⇒ f - dopasowywana funkcja
  ⇒ x - macierz ze współrzędnymi x punktów
  ⇒ y - macierz ze współrzędnymi y punktów
  ⇒ p0 - macierz z początkowymi wartościami parametrów*
  ⇒ sigma - macierz z niepewnościami współrzędnych y*
  ⇒ absolute_sigma - informuje, czy niepewności y są podane w jednostkach absolutnych lub względnych*
  * = parametry opcjonalne

https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.curve_fit.html

Dopasowanie funkcji do danych - przykłady

- **Przykład 9.1 - wykreślanie danych z pliku, bez niepewności**
- Przykład 9.2 - dopasowywanie prostej oraz drukowanie wartości i błędów parametrów
- Przykład 9.3 - wykreślanie dopasowanej zależności
- Przykład 9.4 - zadawanie wartości początkowych parametrów fitu
- Przykład 9.5 - uwzględnianie błędów na osi rzędnych

```
import numpy as n
import matplotlib.pyplot as pl

data = n.loadtxt('line.txt')
x = data[:, 0]
y = data[:, 1]

pl.plot(x, y, 'o')

pl.savefig('przyklad9.pdf')
```

Dopasowanie funkcji do danych - przykłady

- Przykład 9.1 - wykreślanie danych z pliku, bez niepewności
- **Przykład 9.2 - dopasowywanie prostej oraz drukowanie wartości i błędów parametrów**
- Przykład 9.3 - wykreślanie dopasowanej zależności
- Przykład 9.4 - zadawanie wartości początkowych parametrów fitu
- Przykład 9.5 - uwzględnianie błędów na osi rzędnych

```
...
from scipy.optimize import curve_fit
data = n.loadtxt('line.txt')
x = data[:, 0]
y = data[:, 1]
pl.plot(x, y, 'o')

def f(x, a, b):
  return a * x + b

par, cov = curve_fit(f, x, y)

# wypisanie parametrów fitu
print(par)

# wypisanie niepewności parametrów fitu
print(n.sqrt(n.diag(cov)))


pl.savefig('przyklad9.pdf')
```

Dopasowanie funkcji do danych - przykłady

- Przykład 9.1 - wykreślanie danych z pliku, bez niepewności
- Przykład 9.2 - dopasowywanie prostej oraz drukowanie wartości i błędów parametrów
- **Przykład 9.3 - wykreślanie dopasowanej zależności**
- Przykład 9.4 - zadawanie wartości początkowych parametrów fitu
- Przykład 9.5 - uwzględnianie błędów na osi rzędnych

```
...

#przygotowanie wspolrzednych x z danego
  zakresu
xpar = n.arange(-10, 10, 0.1)

#rysowanie dopasowanej zależności
pl.plot(xpar, f(xpar,par[0],par[1]))

#pl.plot(xpar, f(xpar, *par))

pl.savefig('przyklad9.pdf')
```

Dopasowanie funkcji do danych - przykłady

- Przykład 9.1 - wykreślanie danych z pliku, bez niepewności
- Przykład 9.2 - dopasowywanie prostej oraz drukowanie wartości i błędów parametrów
- Przykład 9.3 - wykreślanie dopasowanej zależności
- **Przykład 9.4 - zadawanie wartości początkowych parametrów fitu**
- Przykład 9.5 - uwzględnianie błędów na osi rzędnych

```
...

par, cov = curve_fit(f, x, y,
  p0=n.array([0.7, 0.5]))

print(par)
print(n.sqrt(n.diag(cov)))

xpar = n.arange(-10, 10, 0.1)
pl.plot(xpar, f(xpar,par[0],par[1]))

pl.savefig('przyklad9.pdf')
```

Dopasowanie funkcji do danych - przykłady

- Przykład 9.1 - wykreślanie danych z pliku, bez niepewności
- Przykład 9.2 - dopasowywanie prostej oraz drukowanie wartości i błędów parametrów
- Przykład 9.3 - wykreślanie dopasowanej zależności
- Przykład 9.4 - zadawanie wartości początkowych parametrów fitu
- **Przykład 9.5 - uwzględnianie błędów na osi rzędnych**

```
...
data = n.loadtxt('line.txt')
x = data[:, 0]
y = data[:, 1]
s = data[:, 2]
pl.errorbar(x,y,yerr=s,fmt='o')

def f(x, a, b):
  return a * x + b

par,cov=curve_fit(f, x, y,
  p0 = n.array([0.7,0.5]),
  sigma = s,
  absolute_sigma = True)

...

pl.savefig('przyklad9.pdf')
```

Histogramy: Przykład 10.1 - wykreślanie histogramu

```
import matplotlib.pyplot as pl
import numpy as n

data = n.loadtxt('wahadlo.txt')

pl.hist(data)

pl.xlabel('T[s]')
pl.ylabel('N')
pl.title('Okres drgan wahadla')

pl.savefig('przyklad10.pdf')
```

Histogramy: Przykład 10.2 - fitowanie histogramu

```
...
data = n.loadtxt('wahadlo.txt')
#pl.hist(data)
num, bins, patches = pl.hist(data)

bincenters=[]
for i in range(0, len(bins)-1):
  bincenters.append(0.5*(bins[i]+bins[i+1]))

#bincenters=0.5*(bins[1:]+bins[:-1])

def gauss(x, mu, var, p):
  return p*n.exp(-((x-mu)**2)/(2*var*var))

par, cov = curve_fit(gauss, bincenters, num)
x = n.linspace(3.1, 3.5, 50)
pl.plot(x,gauss(x, *par), 'g-')
...
pl.savefig('przyklad10.pdf')
```

Zadania przygotowujące do kolokwium:

`www.fuw.edu.pl/~mkuich/tik2022/python/zadania_python.pdf`

Poniżej dodatek dla chętnych:

Liczby pseudo-losowe

- Generacja N całkowitych liczb pseudo-losowych z przedziału `[a,b)`:
  `data=numpy.random.randint(a,b,N)`
- Generacja `N` rzeczywistych liczb losowych z przedziału `[a,b)`:
  `data=a+(b-a)*numpy.random.random_sample(N)`
- Dostępne jest losowanie liczb pseudo-losowych z różnych rozkładów, np.:
  - jednorodnego (jak wyżej)
  - dwumianowego
  - trójkątnego
  - normalnego
  - poissona
  - ...

`https://docs.scipy.org/doc/numpy-1.15.0/reference/routines.random.html`

Liczby pseudo-losowe i histogramy (1)

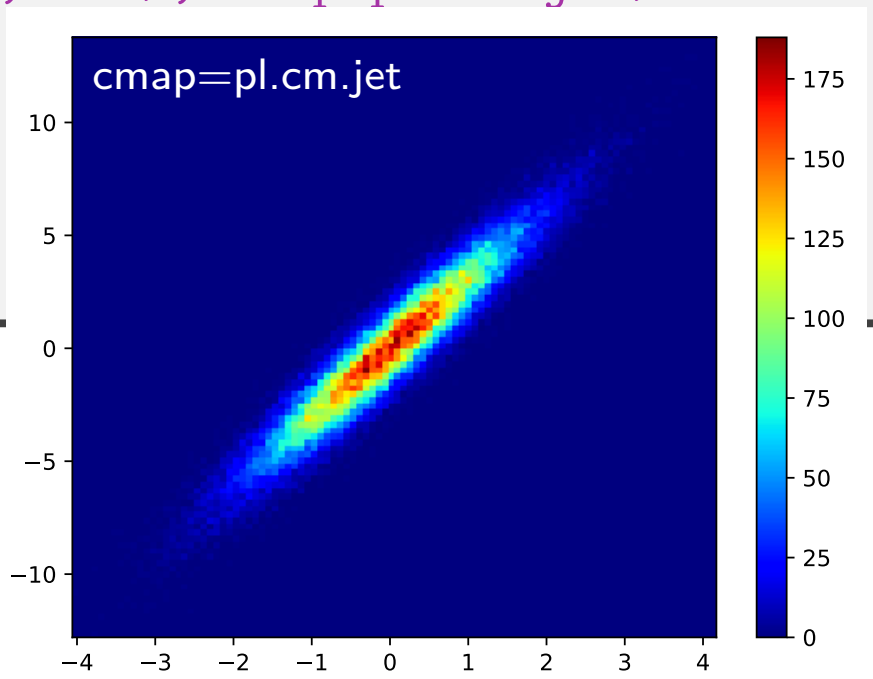
```
import numpy as n
import matplotlib.pyplot as pl

a=5
b=25
data=n.random.randint(a,b,100000)

y,binEdges = n.histogram(data,bins=10)
bincenters=0.5*(binEdges[1:]+binEdges[:-1])
err=n.sqrt(y)
# szerokosc slupka w histogramie
w=0.9*(b-a)/10.
# Zakres poziomej osi
pl.xlim(5,26)
# przygotowanie histogramu z bledami
pl.bar(bincenters,y,color='g',width=w,yerr=err)
pl.title(Łiczby losowe wygenerowane z plaskiego
rozkladu")
pl.show()
```

Liczby pseudo-losowe i histogramy (2)

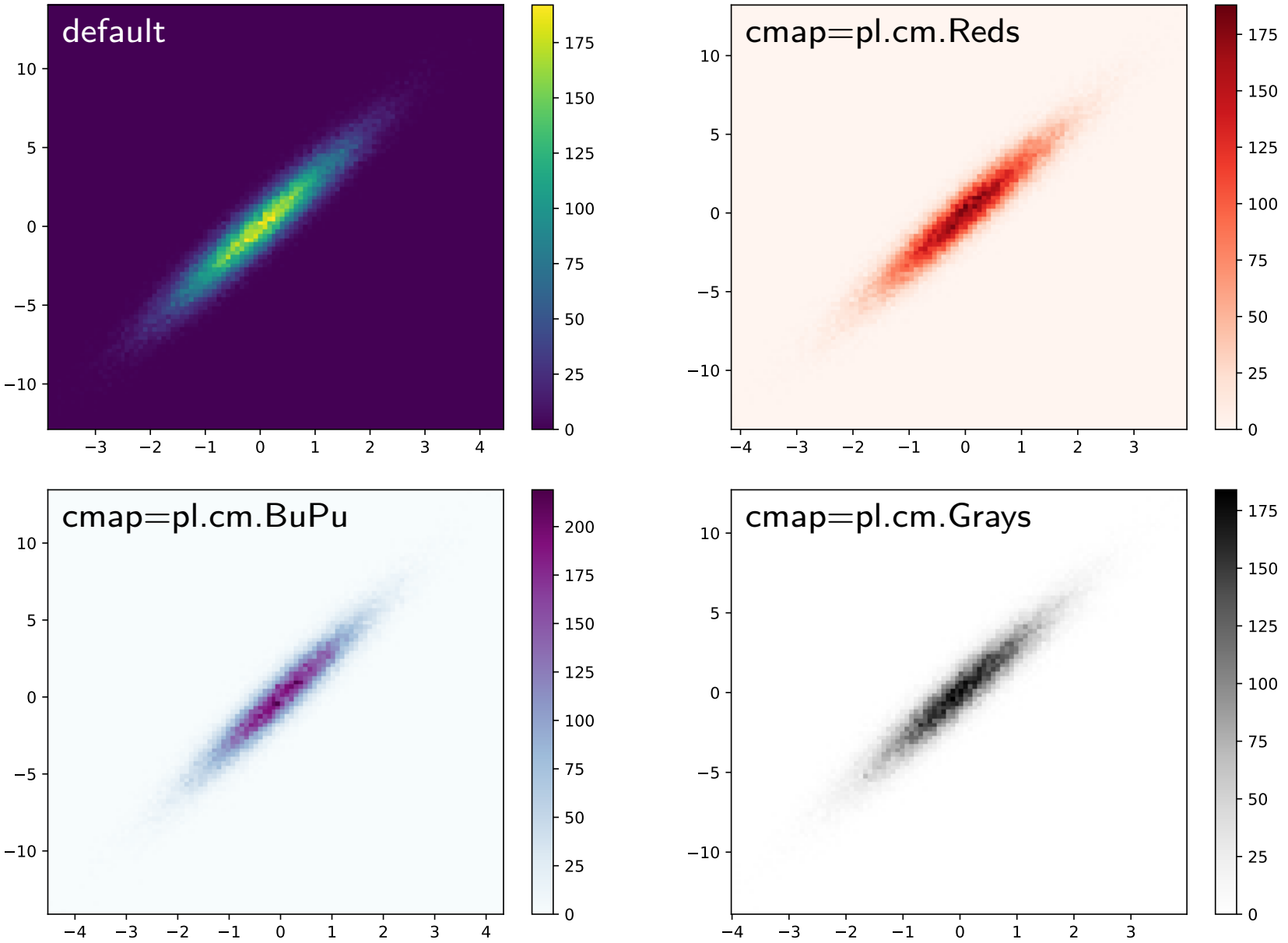
```
import numpy as n
import matplotlib.pyplot as pl

# losowanie z rozkładu Poissona
h1 = n.random.poisson(5, 100000)
# przygotowanie histogramu z rozkładu Poissona
count1, bins1, ignored1 = pl.hist(h1, 14, density=True,
color='r', label='Rozkład Poissona')
# losowanie z rozkładu trójkątnego
h2 = n.random.triangular(15, 20, 25, 100000)
# przygotowanie histogramu z rozkładu trójkątnego
count2, bins2, ignored2 = pl.hist(h2, 50, density=True,
color='b', label='Rozkład trójkątny')

pl.ylabel('Gęstosc prawdopodobienstwa')
pl.xlabel('argument')
pl.legend()
pl.show()
```

Histogramy 2D

```
import numpy as n
import matplotlib.pyplot as pl

# create data
x = n.random.normal(size=50000)
y = x * 3 + n.random.normal(size=50000)

# construct histogram 2D: data, nbins, color_map
pl.hist2d(x, y, bins=(100, 100), cmap=pl.cm.jet)
# show z-scale
pl.colorbar()

pl.show()
```

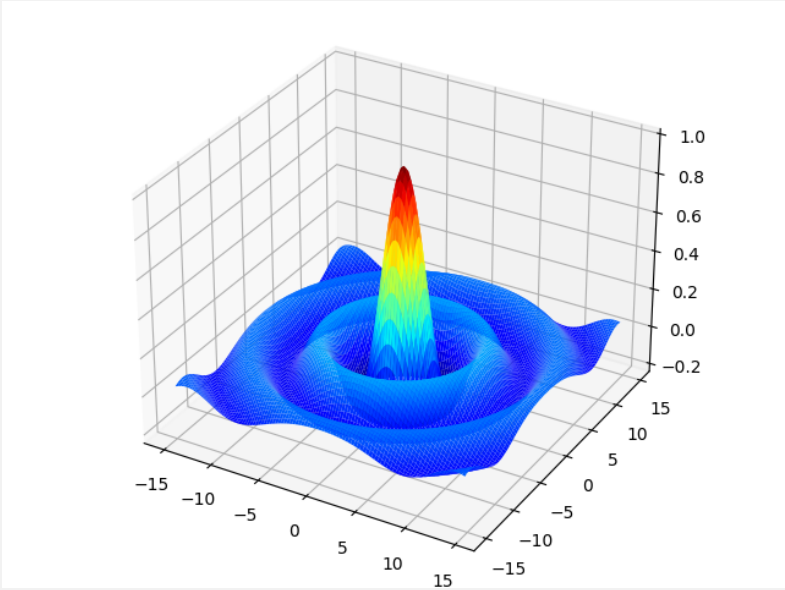


Histogramy 2D - palety kolorów



Wykresy 3D

```
from mpl_toolkits.mplot3d import Axes3D
from matplotlib import cm
import pylab as p
import numpy as np
# wytwarzamy obiekt typu figura z osiami 3D
fig = p.figure()
ax = Axes3D(fig)
# tworzymy wektory opisujące osie X i Y
X = np.arange(-15, 15, 0.3)
Y = np.arange(-15, 15, 0.3)
```




```
# zamieniamy wektory w siatkę, której węzły są zadane przez elementy w macierzach X i Y
X, Y = np.meshgrid(X, Y)
# dla każdego węzła obliczamy jego odległość od początku układu współrzędnych
R = np.sqrt(X**2 + Y**2)
# dla każdego węzła obliczamy wartość funkcji Z
Z = np.sin(R)/R
# generujemy rysunek powierzchni, rysując np. co drugi węzeł (parametry rstride=2, cstride=2)
ax.plot_surface(X,Y,Z,rstride=1,cstride=1,cmap=cm.jet)
p.show()
```