

W kartezjańskim układzie współrzędnych na płaszczyźnie narysowano kwadrat o boku długości 400 i środku symetrii w punkcie (200;200). Boki kwadratu są równoległe do osi układu współrzędnych. W kwadrat wpisano koło. Następnie wylosowano 10 000 punktów należących do kwadratu. Współrzędne  $(x,y)$  punktów zostały zapisane w pliku *punkty.txt*, każdy punkt w osobnym wierszu. Wiersz ma postać dwóch liczb całkowitych z zakresu  $\langle 0;400 \rangle$ , rozdzielonych pojedynczym znakiem odstępu.

Korzystając z powyższych danych oraz dostępnych narzędzi informatycznych, wykonaj zadania. Wyniki zapisz w pliku tekstowym *wyniki\_4.txt*. Odpowiedź do każdego zadania poprzedź numerem tego zadania.

Wypisz współrzędne tych punktów, które należą do brzegu koła (okręgu), oraz podaj liczbę punktów należących do wnętrza koła (brzeg koła nie należy do wnętrza koła).

**Wskazówka:**

Równanie okręgu o środku w punkcie  $S = (a, b)$  i promieniu  $r > 0$  ma postać:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

**Informacja:**

W pliku wśród 100 pierwszych punktów 80 należy do wnętrza koła.

Przy założeniu równomiernego rozkładu punktów w kwadracie, stosunek liczby punktów  $n_k$  należących do koła do liczby punktów  $n$  należących do kwadratu jest w przybliżeniu równy stosunkowi pola koła  $P_k$  do pola kwadratu  $P$ :

$$\frac{n_k}{n} \approx \frac{P_k}{P}$$

**Dla przypomnienia:**

$$P_k = \pi \cdot r^2$$

Wyznacz przybliżoną wartość liczby  $\pi$ , biorąc pod uwagę punkty z pliku *punkty.txt*:

- pierwszych 1000 punktów,
- pierwszych 5000 punktów,
- wszystkie punkty.

Wyniki zaokrąglaj do 4 miejsc po przecinku.

**Informacja:**

Przybliżona wartość liczby  $\pi$  dla pierwszych 100 punktów z pliku wynosi 3,2000.

Błąd bezwzględny przybliżonej wartości liczby  $\pi$ , wyznaczonej z  $n$  punktów, definiujemy następująco:

$$\varepsilon_n = |\pi - p_{i_n}|$$

gdzie:

$\pi$  – wartość liczby  $\pi$ , będąca wynikiem standardowej funkcji z narzędzia informatycznego, z którego korzystasz;

$p_{i_n}$  – przybliżona wartość liczby  $\pi$  wyznaczona z  $n$  kolejnych punktów, poczynając od pierwszego punktu z pliku *punkty.txt*,

np.  $p_{i_{1000}}$  – liczba wyznaczona z pierwszego tysiąca punktów.

Oblicz  $\varepsilon_n$  dla  $n = 1, 2, 3, \dots, 1700$ . Na podstawie powyższego zestawienia utwórz wykres liniowy ilustrujący zmiany dokładności wyznaczanej liczby  $\pi$ . Zadbaj o czytelność wykresu.

Wartości dla  $\varepsilon_{1000}$  oraz  $\varepsilon_{1700}$  (zaokrąglone do czterech miejsc po przecinku) zapisz do pliku *wyniki\_4.txt*.