

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z pojęciem wskaźników do funkcji i struktur.

4.1 Pętla w stylu Pythona/*Mathematici*

Napisać funkcję

```
table(f, a, b, dx)
```

która generuje tablicę wartości funkcji $f(x)$ jednej zmiennej typu `double` w przedziale domkniętym $\{a, b\}$ z krokiem dx .

Efekt wywołania funkcji na przykładzie tangensa `table(tan, 0, 1, 0.1)`

```
0.000000      0.000000
0.100000      0.100335
0.200000      0.202710
0.300000      0.309336
0.400000      0.422793
0.500000      0.546302
0.600000      0.684137
0.700000      0.842288
0.800000      1.029639
0.900000      1.260158
1.000000      1.557408
```

Następnie, bazując na funkcji `table` napisać funkcję `n_integrate`, która zamiast wypisywania tablicy wartości funkcji oblicza ich sumę ważoną przez dx , czyli całkę oznaczoną

$$\int_0^1 f(x) dx.$$

Aby przetestować funkcję `n_integrate` obliczyć ją w pętli dla tablicy wybranych funkcji matematycznych z biblioteki *libm* (nagłówek `<math.h>`), np:

```
{sin, cos, sqrt, exp, cbrt, tan,
 fabs, asin, acos, sinh,
 erf, lgamma, log2}
```

zob. [wiki/C_mathematical_functions](https://wiki.c.hatred.com/C_mathematical_functions).

Wskazówka: jeżeli w sumie obliczającej całkę pominiemy pierwszy lub ostatni składnik otrzymamy **metodę prostokątów**, jeżeli pierwszy i ostatni dodamy z wagą 0.5 dostaniemy dokładniejszą **metodę trapezów**.

4.2 Struktury w symulacji N-body

Zdefiniować strukturę zawierającą pełny opis stanu punktu materialnego w symulacji N-ciał. Stan pojedynczego ciała opisuje:

- masa,
- wektor 3D opisujący położenie,
- wektor 3D zawierający prędkość cząstki.

Wektor 3D proszę zdefiniować na różne sposoby: jako tablicę 3-elementową (składowe wektora: 0,1,2) lub kolejną strukturę (składowe wektora x,y,z). Następnie pobrać jeden z plików [`Plummer_4,5,12,16,128,16384`;] zawierających warunki początkowe, wczytać do programu i

wypełnić nimi tablicę struktur. Napisać funkcję obliczającą wektor siły grawitacyjnej pomiędzy dwoma punktami materialnymi

$$\vec{F}(\vec{x}_1, \vec{x}_2) = -G \frac{m_1 m_2}{|\vec{x}_1 - \vec{x}_2|^3} (\vec{x}_1 - \vec{x}_2),$$

i wykorzystać ją do obliczenia wartości (długość wektora) siły wszystkich par.

Pliki testowe zawierające sumaryczną siłę (dla $G=1.0$) jaką wywierają na n -te ciało wszystkie pozostałe zawierają pliki `*_force.dat` w katalogu https://th.if.uj.edu.pl/~odrzywolek/homepage/students/C/test_data/.

4.3 Symulacja N-body

Niech opis stanu symulacji N-ciałowej będzie tablicą struktur wprowadzonych w poprzednim ćwiczeniu. Napisać funkcję zwracającą lub modyfikującą strukturę do stanu po czasie Δt . Przykładowy prosty, ale skuteczny, standardowy algorytm ewolucji czasowej: `NBody2.cl`.

Funkcję przetestować na danych początkowych z poprzedniego zadania, lub

- `Plummer_5.dat`
- jak wyżej, `Plummer_N.dat`, dla $N=4,5,12,16,128,16384$
- `init.pierscien.dat`
- `init.Slonce.Jowisz.heavy_disk.dat`
- `init.Slonce.Jowisz.light_disk.dat`

- `init.Slonce.Jowiszx10.heavy_disk.dat`
- `init.Slonce.Jowiszx10.light_disk.dat`
- `init.Disk.dat`