

Zadanie zespołowe programistyczne Wariant B

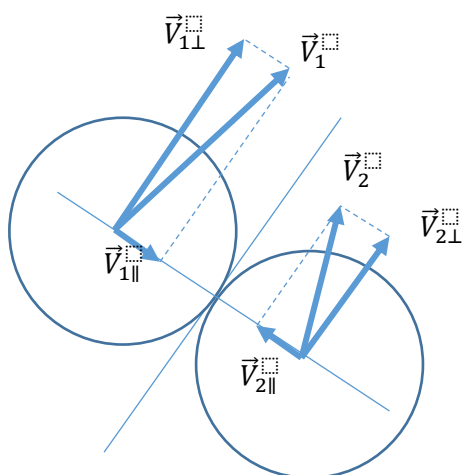
TERMIN I (regularny) : do 30.06.2019 (piątek) .2020 (wtorek)

TERMIN II (uzupełniający bez konsekwencji za opóźnienie) : do 01.09.2020 (wtorek) godz. 24:00

TERMIN III (w przypadku uzyskania oceny niedostatecznej, np. na skutek niewykonania projektu we wcześniejszych terminach) : do 25.09.2020 (piątek) godz. 24:00

I. Podstawowe fizyczne założenie projektu

- I.1. Stan pojedynczego „atomu” , o masie $m = 1$ i promieniu R ; doskonałego dwuwymiarowego gazu opisują dwie pary liczb całkowitych: wektor położenia $\vec{r} = [x, y]$ oraz wektor prędkości $\vec{V} = [V_x, V_y]$.
- I.2. N „atomów” takiego gazu znajduje się w zbiorniku o wysokości H i szerokości L , przy czym należy przyjąć, że $H = \eta_H R$ $L = \eta_L R$, przy czym η_H i $\eta_L \geq 20$. Warunek ten należy traktować jako minimalne rozmiary zbiornika. W realizacjach eksperymentu numerycznego, należy uwzględnić możliwość zwiększenia wartości η_H i η_L , np. do wartości 100.
- I.3. Należy uwzględnić możliwość zmiany liczby N atomów, przy czym $N \leq \frac{1}{4}(\eta_H \eta_L)$.
- I.4. Cząstki gazu **nie zmieniają swojej energii kinetycznej w trakcie zderzenia, tzn.:** ulegają zderzeniom doskonale sprężystym:
 - I.4.a. ze ściankami prostokątnego „zbiornika” zgodnie z regułą:
 - przy zderzeniu ze ściankami pojemnika następuje zmiana prędkości
 - $\vec{V} = [V_x, V_y] \rightarrow \vec{V}' = [V_x, -V_y]$ przy odbiciu od górnej lub dolnej ścianki,
 - $\vec{V} = [V_x, V_y] \rightarrow \vec{V}' = [-V_x, V_y]$ przy odbiciu od lewej lub prawej ścianki;
 - I.4.b. między sobą zgodnie z regułą (patrz rys. 1.):
 - składowe styczne prędkości kulek $\vec{V}_{1\perp}$, $\vec{V}_{2\perp}$ nie ulegają zmianie.
 - zmianie ulegają jedynie składowe centralne (równoległe) prędkości tak, że $\vec{V}'_{1\parallel} = \vec{V}_{2\parallel}$, $\vec{V}'_{2\parallel} = \vec{V}_{1\parallel}$; zatem prędkości po zderzeniu wynoszą **odpowiednio:** $\vec{V}'_1 = \vec{V}_{1\perp} + \vec{V}_{2\parallel}$, $\vec{V}'_2 = \vec{V}_{2\perp} + \vec{V}_{1\parallel}$.



Rys.1. Prędkości przed zderzeniem i rozkład na składowe styczne i centralne.

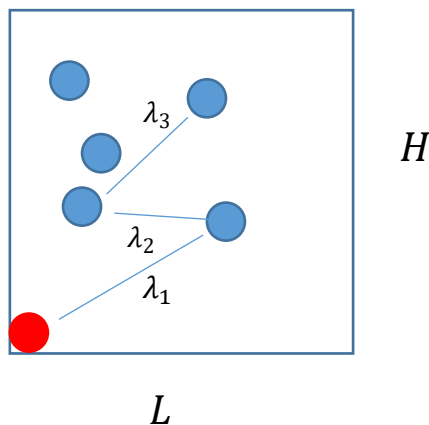
I.4.c. uważamy, że zderzenie może zachodzić między i -tym j -tym atomem jeżeli :

$2R < |\vec{r}_i - \vec{r}_j| \leq 2R + d$, gdzie d stanowi pewną dopuszczalną tolerancję zderzenia przy czym $d \leq \frac{1}{10} R$. Wartość d stawia również tolerancję zderzenia ze ściankami zbiornika.

I.5. W chwili $t = 0$ cząstki przyjmują losowe wartości współrzędnych położenia w dwuwymiarowym zbiorniku $x_{0,i} \in \langle 0, L \rangle$ i $y_{0,i} \in \langle 0, H \rangle$ oraz losowe wartości współrzędnych prędkości z przedziału $V_{x0,i}, V_{y0,i} \in \langle -V, V \rangle$

I.6. Ustalamy krok czasu $\delta t \approx \frac{1}{\kappa V}$, przy czym eksperymentujemy z różnymi wartościami, z sugestią startową $\kappa \geq \min(\eta_H, \eta_L)$. Pozwala on ustalić dyskretny czas $t_i = i \delta t$

II. Wariant A zadania programistycznego:



Rys. 2 Schemat sytuacji problemu Wariantu I

II.1. Dodatkowe informacje i założenia dotyczące fabuły projektu.

II.1.a. Do układu N atomów (niebieskich) wprowadzam dodatkową jeden atom (czerwony) o takiej samej masie jak poprzednie.

II.1.b. Położenie początkowe atomu czerwonego wyznaczają współrzędne:

$x_{0,czerwona} = 0$ i $y_{0,czerwona} = 0$. Prędkość początkową atomu czerwonego ustalamy jako liczbę losową z przedziału zgodnie z $V_{x0,i}, V_{y0,i} \in \langle 0, V \rangle$

II.1.c. Proporcje zbiornika powinny spełniać warunek $\eta = \frac{H}{L} = \frac{\eta_H}{\eta_L} = 1$.

- II.1.d. Czerwony atom między kolejnymi zderzeniami j i $j + 1$ przebywa drogę swobodną λ_i , którą można wyznaczyć na podstawie prędkości atomu po zderzeniu
- II.1.e. W czasie $\Delta t = M \delta t$ czerwony atom doznaje ΔN zderzeń z innymi cząstkami (do tej liczby nie są wliczane zderzenia ze ściankami naczynia).
W eksperymencie należy testować różne wartości $M \geq 100$. W eksperymencie należy testować różne wartości $M \geq 10$,
np.: $M = 10, 20, 50, 100, \dots$
- II.1.f. Średnią drogę swobodną atomu czerwonego $\bar{\lambda}$ obliczamy zgodnie z formułą:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\Delta N} \sum_{i=1}^{\Delta N} (\lambda_i) \quad (\text{dla } \Delta N \text{ kolejnych zderzeń w czasie } \Delta t)$$
W eksperymencie należy testować różne wartości $M \geq 10$.
- II.1.g. Jeżeli między zderzeniem atomu czerwonego i atomu niebieskiego miało miejsce zderzenie atomu czerwonego ze ścianką naczynia, to jako drogę swobodną λ_i bierzemy sumę drogi do ścianki i od ścianki do innego atomu
- II.1.h. Częstość zderzeń atomu czerwonego na jednostkę czasu obliczamy: $n = \frac{\Delta N}{\Delta t}$ (dla ΔN kolejnych zderzeń w czasie Δt). W eksperymencie należy testować różne wartości Δt (tzn. wartości $M \geq 10$).

III. Polecenie:

- III.1. Zbadaj jak zależy wartość średniej drogi swobodnej od liczby atomów, tj. $\bar{\lambda}(N)$ przy stałej wartości M . Wykreśl badaną zależność dla różnych wartości M .
- III.2. Zbadaj jak zależy częstość zderzeń n cząstki czerwonej od liczby atomów, tj. $n(N)$ przy stałej wartości M . Wykreśl badaną zależność dla różnych wartości M .

IV. Przedstaw raport końcowy eksperymentu numerycznego:

- IV.1. Każdy zespół powinien przesłać ankietę z realizacji projektu, która powinna zawierać:
- skład zespołu realizującego projekt,
 - wykaz prac wykonanych przez poszczególnych członków zespołu:
 - procentowy udział w realizacji projektu poszczególnych członków zespołu
 - wykaz przesłanych plików,
 - wykaz zapożyczonych bibliotek (wskazać źródło),
 - 2-4 opisane zrzuty ekranowe ilustrujące działanie programu,
 - opisane wykresy przedstawiające wyznaczone zależności $\bar{\lambda}(N)$ i $n(N)$.
- IV.2. Po przesłaniu ankiety podsumowującej projekt, na adres gustaw.szawiola@put.poznan.pl, prowadzący ustala termin *colloquium* (tj. rozmowy) on-line. W komunikacji mailowej należy korzystać z oficjalnych kont studenckiego Politechniki Poznańskiej.
- IV.3. W trakcie *colloquium* całego zespołu z prowadzącym zajęcia w trybie audio-video:.
- IV.3.a. poprzez kamerę pokaż legitymację studencką,

- IV.3.b. zaprezentuj działanie programu , p
- IV.3.c. przedstaw uzyskane wyniki symulacji,
- IV.3.d. omów szczegóły kodu, które implementowałeś,
- IV.3.e. określ swój udział merytoryczny i procentowy w realizacji projektu.
- IV.4. Każdy zespół powinien przesłać kod źródłowy spakowany **w jednym pliku**.