

Specyfikacja Projektu: “Symulacja doświadczenia Milikana”

Nazwa zespołu: Infinitesimalne pączki

18 marca 2015

1 Wstęp teoretyczny i opis modelu

1.1 Model matematyczny

Symulacja ma pokazywać doświadczenie Milikana, prowadzące do wyznaczenia wartości ładunku elementarnego e .

Metoda pomiaru polega na wyznaczeniu prędkości kropli oleju, naładowanej nieznanym ładunkiem w swobodnym spadku oraz podczas unoszenia się pod wpływem jednorodnego pola elektrycznego.

Ładunek kropli można wyznaczyć ze wzoru:

$$q_n = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{9\eta}{2}\right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{1}{g(\sigma-\rho)}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{(v_1+v_2)\sqrt{v_1}}{E} \quad *$$

gdzie:

- q_n – wyznaczany ładunek pojedynczej kropli
- η – współczynnik lepkości powietrza, $\eta = 18,6 \mu Pa$ ($T=300K$)
- g – przyspieszenie swobodnego spadania, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$
- σ – gęstość oleju
- ρ – gęstość powietrza, $\rho = 1,168 \frac{kg}{m^3}$
- v_1 – prędkość swobodnego spadku
- v_2 – prędkość unoszenia się pod wpływem pola elektrycznego
- E – natężenie pola elektrycznego

Aby wyznaczyć ładunek elementarny e należy znaleźć największy wspólny dzielnik spośród N zmierzonych ładunków. Do tego celu służy algorytm Euklidesa. Przyjmuje się, że średnica kropli oleju jest znacząco większa od średniej drogi swobodnej cząsteczki powietrza, co pozwala pominąć poprawkę do prawa Stokesa, wprowadzoną przez R.A.Millikana.

1.2 Metoda symulacji

Model będzie rozwiązywał równania różniczkowe ruchu:

Początkowo w symulacji ruch kropli oleju będzie opisany równaniem:

$$m\ddot{z} = mg - k\dot{z}$$

Natomiast w polu elektrycznym podczas unoszenia się kropli oleju:

$$m\ddot{z} = mg + k\dot{z} - Eq$$

gdzie:

- k – współczynnik proporcjonalności (z oporu powietrza)
- warunki brzegowe: $z(0)=0$, $\dot{z}(0)=0$

Równania będą rozwiązane metodą Eulera.

*Wzór pochodzi z artykułu R.A.Millikana z “The Physical Review”, Vol. II., Series II., 1913

2 Interfejs użytkownika

Interfejs użytkownika zawiera 3 obszary:

1. Animację ruchu kropli oleju (wraz z aparaturą pomiarową)
2. Przyciski i suwaki
3. Tabelę z wynikami.

Przyciski i suwaki umożliwiają :

- rozpoczęcie nowego pomiaru
- włączanie fotokomórek, służących do pomiaru prędkości v_1, v_2
- regulację napięcia między okładkami kondensatora
- zakończenie pomiaru



Rysunek 1: Obraz UI

Animacja

Użytkownik umieszcza kroplę oleju na animacji metodą Drag and Drop. Po wciśnięciu przycisku, służącego do rozpoczęcia nowego pomiaru, kropla oleju zaczyna się poruszać. Użytkownik przyciskami aktywuje pierwszą parę fotokomórek, które służą do pomiaru v_1 . Następnie kropla wpada pomiędzy okładki kondensatora, użytkownik regulując suwakiem napięcie musi wyhamować kroplę i zmusić ją do poruszania się w górę. Po czym, przyciskiem aktywuje drugą parę fotokomórek, które zmierzają v_2 . Po kliknięciu przycisku “Zakończ pomiar” w tabeli pojawia się wynik pomiaru. W obszarze z tabelą wyświetlana będzie estymowana wartość e na podstawie dokonanych pomiarów.

3 Punktacja

Docelowa punktacja:

- Program powstaje w przy użyciu systemu kontroli wersji Git, w publicznym repozytorium, i jest dostępny na licencji open source – 2pkt.

- Bardziej zaawansowana i estetyczna animacja – 3-5 pkt.
- Model rozwiązuje numerycznie równanie różniczkowe metodą Eulera – 2pkt.
- Wielojęzyczność(polski,angielski) za pomocą mechanizmu internacjonalizacji wbudowanych w JDK – 2pkt.
- Wyniki działania programu są możliwe do pobrania w postaci plków tekstowych z danymi – 1-3pkt.
- Możliwość umieszczania obiektów na obszarze symulacji za pomocą Drag and Drop – 3pkt.

W sumie: min **13** pkt – ocena 5 i 3 punkty zapasowe.