

Termodynamika R 2021/2022

Kacper Cybiński

3 marca 2022

Organizacja wykładu:

1. Dwa kolokwia - po 40 % pkt
2. Zadania domowe - 20 % pkt

Strona wykładu

Suma - 100 %. Zaliczenie ćwiczeń $> 50\%$, Egzamin 100 %. Propozycja oceny w zakresie 3 – 4.5 Po 5 przychodzimy na ustny. Ustny też dla plebsu, nie tylko dla tych z 4.5 (*Patrz Pawełczyk*)

Egzamin i kolokwia mają 2 części:

- Test ABCD, 1 lub wielokrotnego wyboru ~ 45 min.
- Zadania - $\sim 3h$

Zadania domowe: Jak na elektro, ale tylko 3 zadania na tydzień. Na wykładzie czwartkowym losowanie zadania zbieranego. Jest jedno dodatkowe, trudniejsze, "Joker".

1 Wykład 1

Problem wielu ciał

Dla problemu 3 ciał pierwsze znalezione stabilne rozwiązanie zostało opisane przez Lagrange'a. Jest to ruch po okręgu **Wstaw rysunki z wykładu**, a w ~ 1990 opisano też stabilną orbitę po ósemce.

Historia superkomputerów:

- Anton (2008) - Daniel Shaw
 - Problem zwijania białek
 - 10 ms zwijania - 5 min obliczeń
 - $10^4 - 10^5$ atomów - 1 ms w 100 dni. Tj. 10 ns/dzień
- Summit (2018)

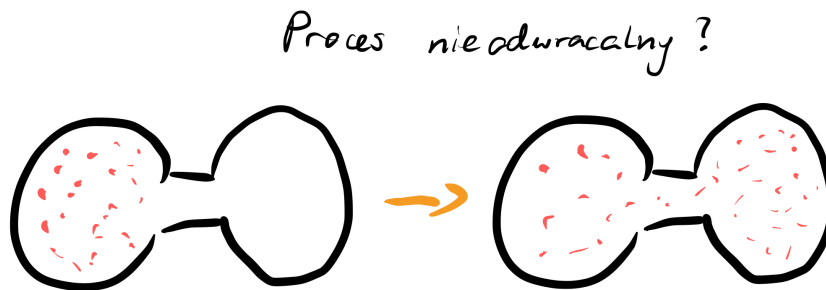
- 27 tys. GPU + 9 tys. CPU.
- $200 \cdot 10^6$ 32 ns/dzień

Dla skali -> kubek z herbatą ma $\sim 10^{25}$ **atomów**

Demon Laplace'a: Laplace mówił, że symulacja, która by znała położenia i pędy wszystkich cząstek by znała przeszłość i przyszłość \rightarrow *przeszłość i przyszłość by stała przed nią otworem*. Jest to wizja świata skrajnie deterministycznego. Obecnie raczej upadłej.

Wniosek: Kupując kefir nie obchodzi nas położenie wszystkich atomów, a właściwości makroskopowe.

Fizyka statystyczna: Jest dziedziną zajmującą się przejściem z informacji mikroskopowej do informacji makroskopowej, która jest obiektem naszego zainteresowania.



Rysunek 1: Proces nieodwracalny?

1.1 Pokazy

1.1.1 Cylindry z ulepkiem cukru

Widzimy tu na demonstracji **odwracalność**. Są dwa rodzaje:

- **odwracalność dynamiczna** :

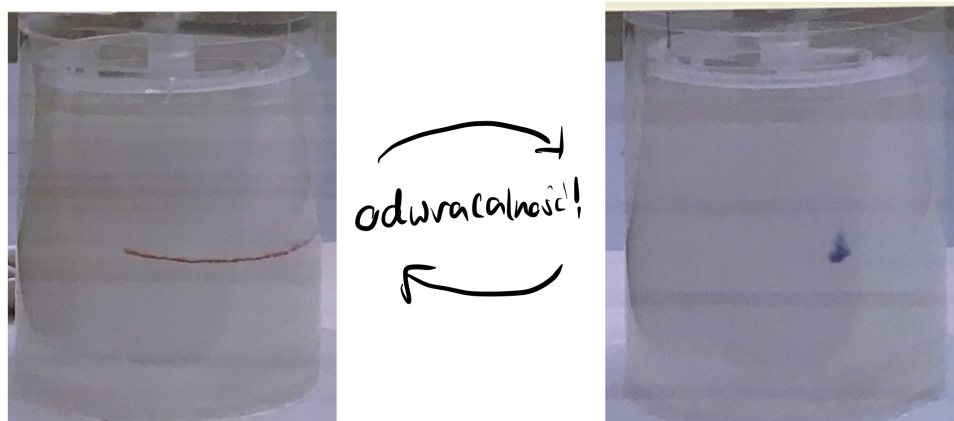
$$m \frac{dv}{dt} = F$$

Wynika ona z dynamiki Newtonowskiej, jest symetryczna względem transformacji $t \rightarrow -t, v \rightarrow -v$.

- **odwracalność kinematyczna** :

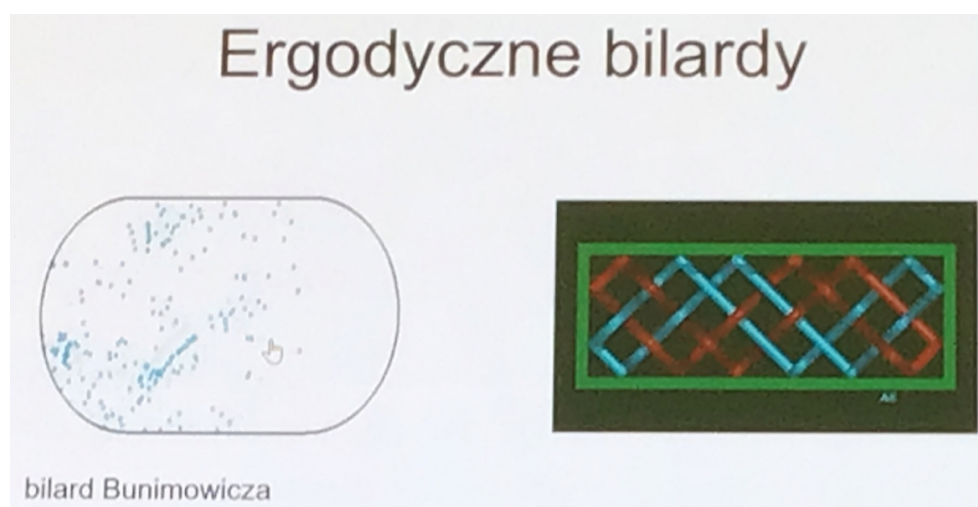
$$0 = m \frac{dv}{dt} = F - \gamma v \implies v = \frac{F}{\gamma}$$

Jest symetryczna względem przekształcenia $F \rightarrow -F, v \rightarrow -v$. Ten rodzaj odwracalności zachodzi w lepkich cieczach. Symetryczny względem zmiany kierunku siły i prędkości, ale z czasem nieodwracalnym.



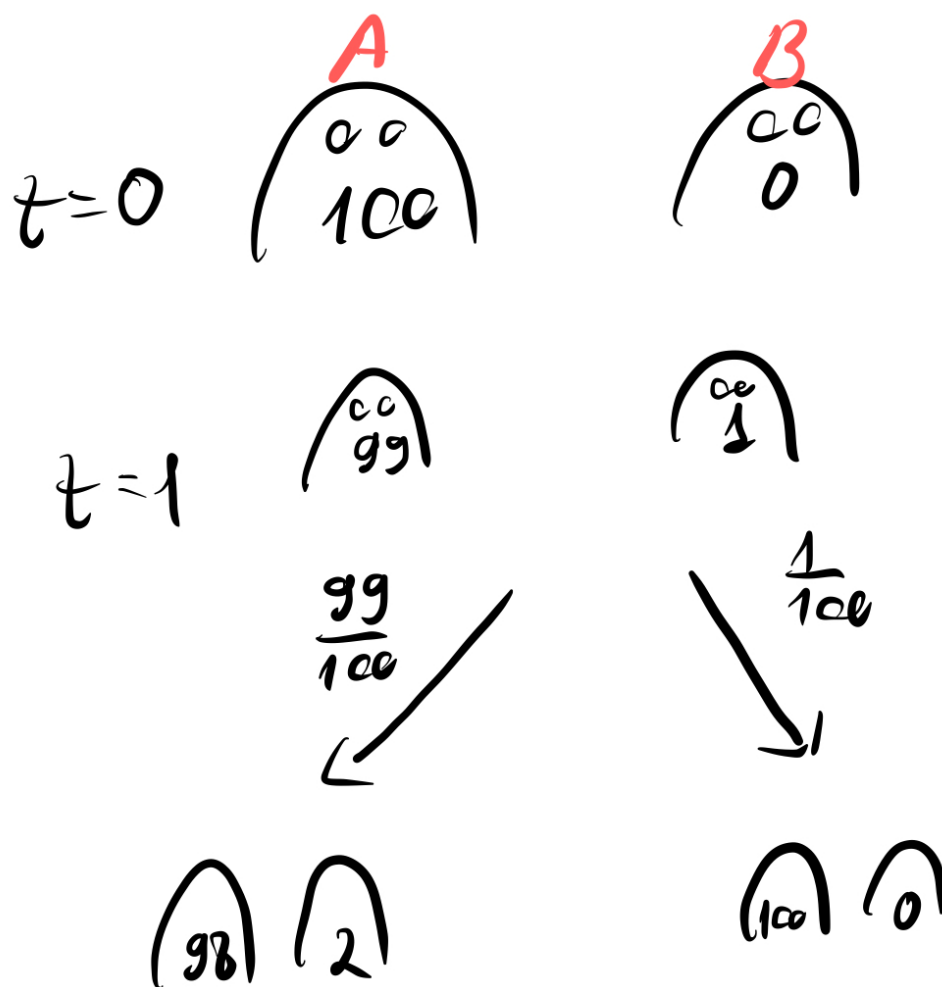
Rysunek 2: Demonstracja odwracalności kinematycznej. Działa to tylko dla **lepkiej cieczy**.

Kolejnym pojęciem które się pojawia jest **ergodyczność**. Oznacza to, że średnia $\langle x \rangle$ z układu po czasie jest równa średniej po powierzchni. Przykładem takiego układu jest zasadniczo **Bilard bunimowicza** ?? . Układ ergodyczny to taki, który po odpowiednio dużym czasie osiąga stan równowagi.



Rysunek 3: Demonstracja **Bilardu Bunimowicza**. Po prawej bilard prostokątny - Nie-Ergodyczny, ponieważ po odpowiednio długim czasie nie uśrednia się rozkład cząstek - Nie osiąga równowagi.

Model Ehrenfestów:



Rysunek 4: Demonstracja Modelu Ehrenfestów. Bierzemy dwa psy i liczymy sobie $\langle n_a(t) \rangle$. W tym celu patrzymy sobie na [ansambl](#) (zespół) dwójek psów.

Indeks

ansambl, 4

Demon Laplace'a, 2

ergodyczność, 3

Fizyka statystyczna, 2

odwracalność, 2

 dynamiczna, 2

 kinematyczna, 2

Organizacja wykładu, 1

Problem wielu ciał, 1