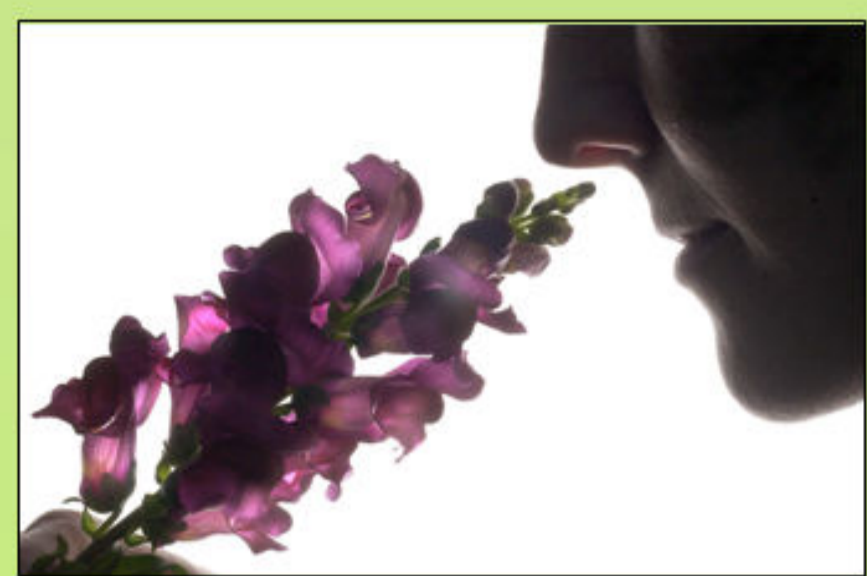


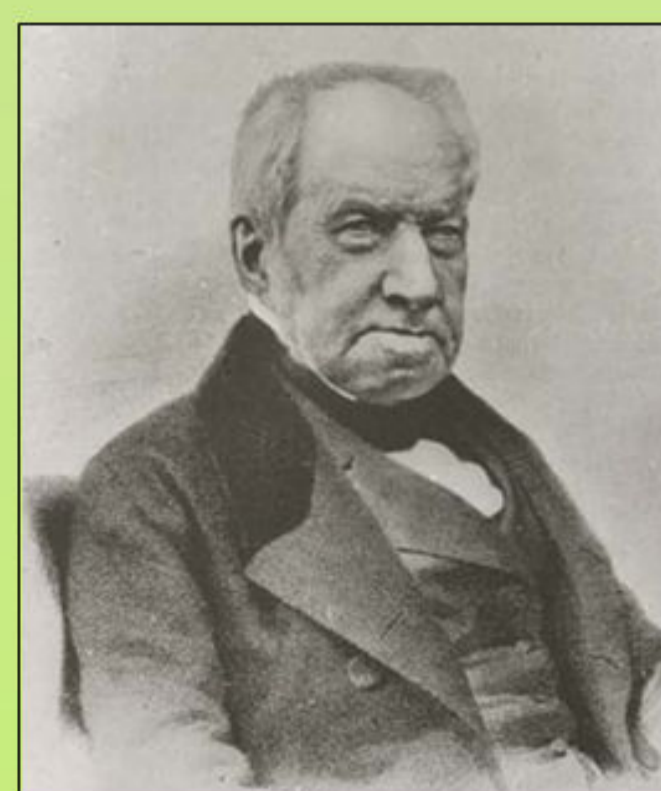
Jak szybko rozchodzi się zapach?

Dyfuzja i ruchy Browna



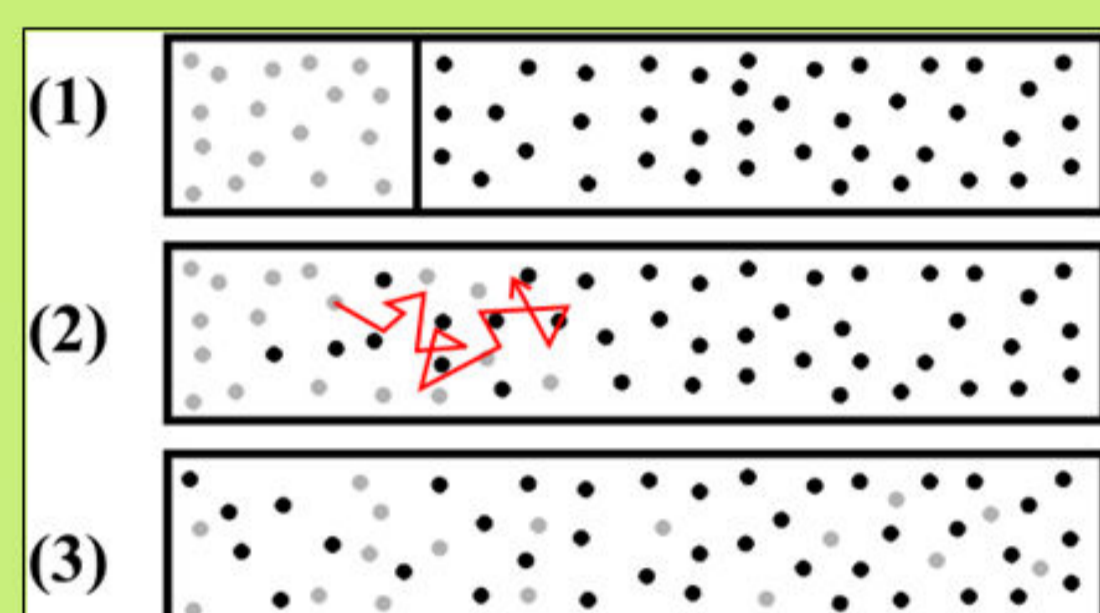
W pewnej odległości od naszego nosa znajdują się świeże kwiaty.

Oczywiście po pewnym czasie poczujemy ich woń. To zjawisko jest przykładem tzw. **dyfuzji**.



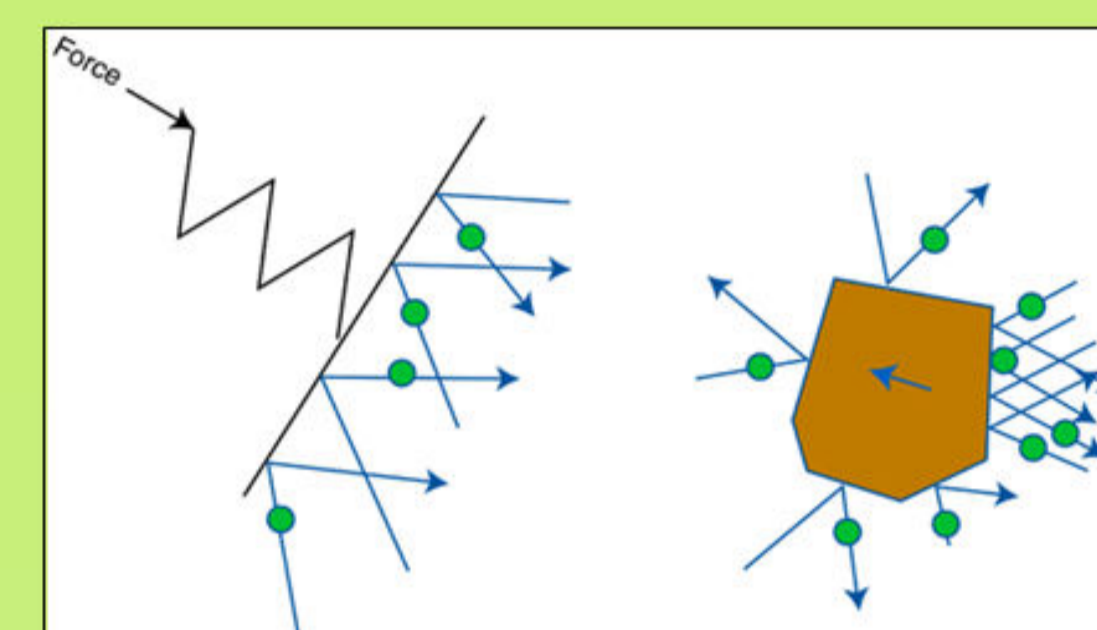
Robert Brown
(1773-1858)

Angielski botanik **Robert Brown** w roku 1827 zaobserwował pod mikroskopem **nieregularne ruchy pyłków kwiatowych zanurzonych w cieczy**.



Szare kropki - cząstki zapachowe, **czarne kropki** - cząstki powietrza.

Wiemy, że w cieczech i gazach cząstki nieustannie poruszają się od zderzenia do zderzenia. Na tej podstawie łatwo zrozumieć jakościowo dyfuzję i ruchy Browna.



Cząstki wody (zielone kropki) uderzają w drobinę pyłku kwiatowego.

PYTANIE

Czy możemy otrzymać ilościowe wyniki (np. jak szybko poczujemy woń kwiatów) skoro liczba cząstek w cieczech i gazach jest olbrzymia i nie potrafimy dokładnie kontrolować ruchu każdej z nich?

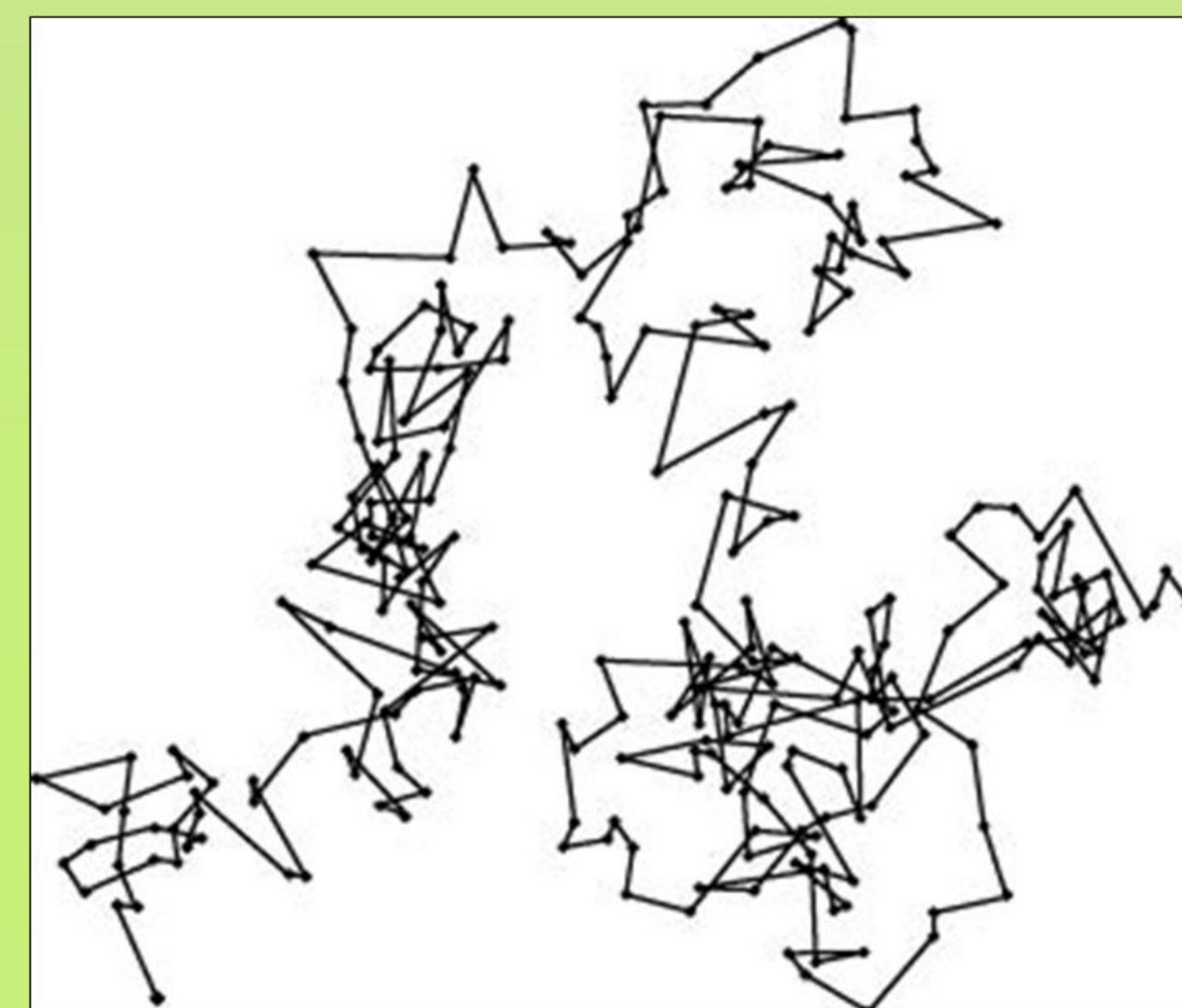
Prosty model - błądzenie przypadkowe

Założenia:

- Każda cząstka porusza się niezależnie.
- W każdym kroku czasowym cząstka przesuwa się o stały odcinek w losowo wybranym kierunku.

Wnioski:

- Jeżeli śledzimy **pojedynczą cząstkę** zapachową, to jej chaotyczny ruch odwzorowuje **ruchy Browna**.
- Jeżeli **wszystkie cząstki** zapachowe rozpoczną ruch z jednego miejsca (kwiat), to rozprzestrzeniająca się chmura tych cząstek opisuje **dyfuzję**.



Przykład toru cząstki wykonującej ruchy Browna.

WNIOSEK ILOŚCIOWY!

Średnia odległość cząstek od punktu startowego rośnie z czasem t jak \sqrt{t} , a nie proporcjonalnie do t jak przy zorganizowanym ruchu swobodnym. **Ten wynik jest zgodny z doświadczeniami dotyczącymi dyfuzji i ruchów Browna!**