

Ficha Trabajo Fin de Grado

Departamento: FÍSICA ATÓMICA, MOLECULAR Y NUCLEAR

Título del tema: Einstein, el movimiento browniano y la bacteria E. coli.

Plazas: 1

Objetivos: Los principales objetivos del trabajo serán la familiarización del alumno con el fenómeno del movimiento browniano, la explicación de Einstein y las consecuencias que tiene para la teoría atómica de la materia (cálculo del número de Avogadro).

Además se realizará una simulación numérica (estocástica) de movimiento browniano, mediante ecuación de Langevin que permitirá comprobar numéricamente las propiedades estadísticas de este movimiento.

Finalmente se propone modificar dicha simulación para estudiar el movimiento aleatorio (“tumble and run”) de la bacteria E. coli.

Metodología:

1. Elaboración de material escrito a partir del estudio de la literatura sobre el movimiento browniano y en particular el artículo de Einstein que versa sobre el fenómeno (ver sección Bibliografía).
Deberá presentarse el fenómeno (incluyendo una breve introducción histórica), la interpretación de Einstein sobre el fenómeno y sus consecuencias.
Además se hará constar las aplicaciones actuales o disciplinas en las que resulta relevante a través de algunos ejemplos. Esta parte tendrá un límite aproximado de diez páginas.
2. Programación de una simulación numérica de movimiento browniano:
 - Esquema numérico Euler-Mayurama para resolver la ecuación de Langevin en 2D. Para ello será necesario generar números aleatorios con distribución normal.
 - Se recomienda tener conocimientos de programación
3. Realización de medidas sobre la simulación numérica de las propiedades estadísticas (valor medio de la posición de la partícula y de la varianza de la posición en función del tiempo, distribución de velocidades...).
4. Modificación de la simulación para estudiar el movimiento de la bacteria E. coli.

Bibliografía:

1. “Einstein, Investigations of the Theory of Brownian Movement”, (Dover, 1956).
2. J.M.R. Parrondo, “Fluctuaciones brownianas y atomicidad”, Revista española de Física, 19, 19-24 (2005) .
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Brownian_motion
4. P.E Kloeden, E. Platen, “Numerical Solution of Stochastic Differential Equations”, Springer, Berlin (2009) .
5. CW. Gardiner, “Handbook of stochastic methods: for physics, Chemistry and the Natural sciences”, Berlin, Springer, (1985).
6. H.C. Berg, “Random Walks in Biology”, Princeton University Press, (1993).
7. Zhiyu Wang, MinJun Kim, G. Rosen, “ Validating models of bacterial chemotaxis by simulating the random motility coefficient, BioInformatics and BioEngineering”, 2008. BIBE 2008. ,pp.1-5, doi: 1109/BIBE.2008.4696658. (2008).