F 604-Lista de Exercícios I - “Introdução” e “2-Do Microscópico ao Macroscópico”

1. (Ex. I.1, Cap. 1, Vauclair) (a) Qual é a influência do Sol sobre a trajetória dos átomos? Utilize as expressões desenvolvidas nas notas do curso. Estime a variação angular da trajetória de um átomo devido ao Sol, e depois o número n de colisões necessárias para que a incerteza sobre a trajetória de um átmo seja superior a 2π. A massa do Sol é 2×10^{30} Kg e a distância Terra-Sol é $1,5 \times 10^{11}$ m.
   (b) Repita o exercício para a influência da galáxia de Andrômeda, que possui massa de 500 bilhões de vezes a massa do Sol e uma distância à Terra de 2 milhões de anos-luz.

2. (Ex. I.6, Cap. 1, Vauclair) Considere um alpinista que está subindo uma montanha com a ajuda de uma corda e procede a saltos sucessivos de mesmo comprimento l. Depois de cada parada, ele tem a possibilidade de se deslocar para cima de uma distância l com probabilidade $\alpha > 1/2$ ou de descer uma distância l com probabilidade $(1 - \alpha)$. Suponha que o salto seja instantâneo e que o alpinista pare entre cada salto por um tempo τ.
   Seja L o comprimento da corda, múltiplo de l. Depois de quanto tempo o alpinista chegará no alto? Assumiremos que a subida do alpinista ocorre de acordo com a situação mais provável.
   Faça a aplicação numérica para: $L = 5$ m, $l = 50$ cm, $\alpha = 3/4$, $\tau = 15$ s.

3. (Ex. 1.17, Gould&Tobochnik) Cite evidências de sua experiência quotidiana que as moléculas em um copo de água ou o ar na sua vizinhança

encontram-sem em movimento aleatório ininterrupto.

4. (Adaptado do Ex. I.4 do Cap. 1, Vauclair) Considere a expressão abaixo para o número de configurações de N partículas em uma caixa com uma divisória simétrica e n sendo o número de partículas na divisória da direita.
$$C_N^n = \frac{N!}{n!(N-n)!}$$
Substitua n por $N/2+s$. Mostre que essa função é máxima para $s=0$, ou seja, $n=N/2$. Discuta esse resultado comparando com os sistemas finitos discutidos nas notas de aula ($N=2$, $N=4$). O que isso sugere em termos de probabilidades e evolução temporal de um sistema de N partículas na caixa (simulações feitas na sala de aula)? Analisando ainda os resultados da evolução do sistema, como você imagina que o resultado "final" dependa do estado inicial do sistema? Quais as suposições que foram feitas para analisar o problema? (Você pode utilizar como apoio os exemplos de simulação constando nas notas ou testar algumas simulações você mesmo).

5. (Ex. I.8, Vauclair) Movimento Browniano. Uma partícula se desloca livremente no espaço. A cada instante de tempo τ, ela sofre uma colisão instantânea que a desloca aleatoriamente para uma direção qualquer, com probabilidade uniformemente repartida em todas as direções. A velocidade v tem módulo constante (colisões elásticas). Depois de um tempo $t = N\tau$, a partícula sofre N colisões. Mostre que o deslocamento total em uma direção dada x é nulo na média. Calcule o desvio quadrático médio, $\overline{\Delta x^2}$.

6. (Ex. 1.19, Gould&Tobochnik) Mostre que as equações de Newton são invariantes por reversão temporal. Para quem já estudou Mecânica Quântica, repita para a equação de Schroedinger.

7. (Exercício das notas de aula) Utilize o programa *SensitivityToInitialConditions.*

   (a) Rode o programa nas condições iniciais. Descreva o movimento das partículas.

   (b) Rode o programa utilizando a tecla *Perturb* e descreva novamente o movimento das partículas.

   (c) Rode o programa com *Perturb* e reverta o movimento após um tempo $t \leq 5.0$. O sistema retorna a condição inicial? O movimento é reversível? (É mais fácil acompanhar a dinâmica do movimento rodando o programa utilizando a tecla *Step*)

   (d) Rode o programa da mesma forma que em c) mas esperando um tempo maior para reverter a direção do tempo. Faça vários testes. Discuta o resultado.

   (e) Altere a força da perturbação (*perturbation strength*) e repita o exercício. O que você conclui do resultado?