Física Computacional II

Lista de Exercícios IV - Data para entrega: 12/03/2021 - Valor: 1,5 pt

---

Problema 1: Jogo de Dados

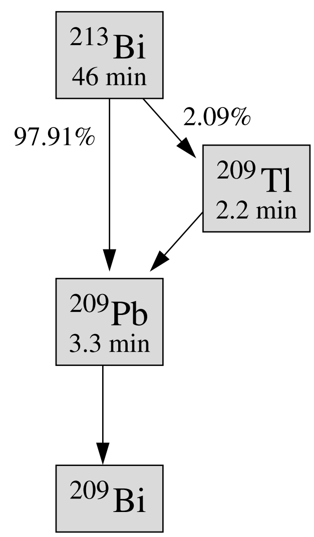
a) Escreva um programa que gera e imprima dois números aleatórios entre 1 e 6, para simular o rolamento de dois dados.

b) Modifique seu programa para simular o rolamento de dois dados um milhão de vezes e contar o número de vezes que você recebeu um duplo seis. Divida por um milhão para obter a *fração* de vezes que você recebeu o duplo seis. Você deve obter algo próximo, embora provavelmente não exatamente igual a $\frac{1}{36}$.

Problema 2: Cadeia de decaimento radioativo

Este exercício é uma versão mais avançada da simples simulação de decaimento radioativo do Exemplo 10.1 do Newman.

O isótopo ^{213}Bi decai para ^{209}Bi (que é estável) via uma de duas diferentes rotas, com probabilidades e meias vidas dadas na seguinte figura:



(Tecnicamente, ^{209}Bi na verdade não é estável, mas ele tem uma meia vida de mais de 10^{19} anos, um bilhão de vezes a idade do universo, então na prática é como se ele fosse.)

Começando com uma amostra que consiste de 10 000 átomos de ^{213}Bi, simule o decaimento de átomos como no Exemplo 10.1, dividindo o tempo em fatias de duração $\delta t = 1\,$s cada e em cada passo faça o seguinte:

a) Para cada átomo de ^{209}Pb em sequência, decida aleatoriamente, com a probabilidade apropriada, se ele vai decair ou não. (A probabilidade pode ser calculada usando a Eq. (10.3) do Newman). Conte o número total que decai, subtraia do número de átomos de ^{209}Pb, e então adicione para o número de átomos de ^{209}Bi.

b) Faça agora o mesmo para o ^{209}Tl, exceto que os átomos que decaem são subtraídos do total de ^{209}Tl e adicionados para o total de ^{209}Pb.

c) Para o ^{213}Bi a situação é mais complicada: quando um átomo de ^{213}Bi decai você tem que decidir aleatoriamente com a probabilidade apropriada qual a rota pela qual ele decai. Conte o número que decai por cada rota e some e subtraia de maneira apropriada.

Note que você tem que trabalhar da parte de baixo para a parte de cima da cadeia como feito aqui, não de cima para baixo, para evitar que incorretamente se faça o mesmo átomo decair duas vezes em um único passo.

Acompanhe o número de átomos para cada um dos quatro isótopos em todos os tempos para 20 000 segundos e faça um único gráfico mostrando os quatro números como função tempo em um mesmo eixo.

Problema 3: Movimento Browniano

O movimento Browniano é o movimento de uma particula, como uma fumaça ou partículas de poeira, em um gás, como se fosse golpeada por colisões aleatórias com moléculas de gás. Faça uma simulação computacional simples de tal partícula, em duas dimensões, da seguinte maneira. A partícula é confinada em um grade ou estrutura quadrada $L \times L$ de lado, de modo que sua posição possa ser representada por dois inteiros, $i, j = 0 \ldots L-1$. A partícula inicia seu movimento no meio da grade. Em cada passo da simulação, escolha uma direção aleatória –acima, abaixo, esquerda ou direita, e mova a partícula um passo nessa direção. Este processo é chamado de caminhada aleatória. A partícula não tem permissão para se mover para fora dos limites do grade. — se tentar fazê-lo, escolha uma nova direção aleatória para movê-lo.

Escreva um programa para executar um milhão de passos dessse processo numa rede com $L = 101$ e faça uma animação na tela da posição da partícula. (Escolhemos um comprimento ímpar para o lado do quadrado de modo que existe um sítio da rede exatamente no centro.)

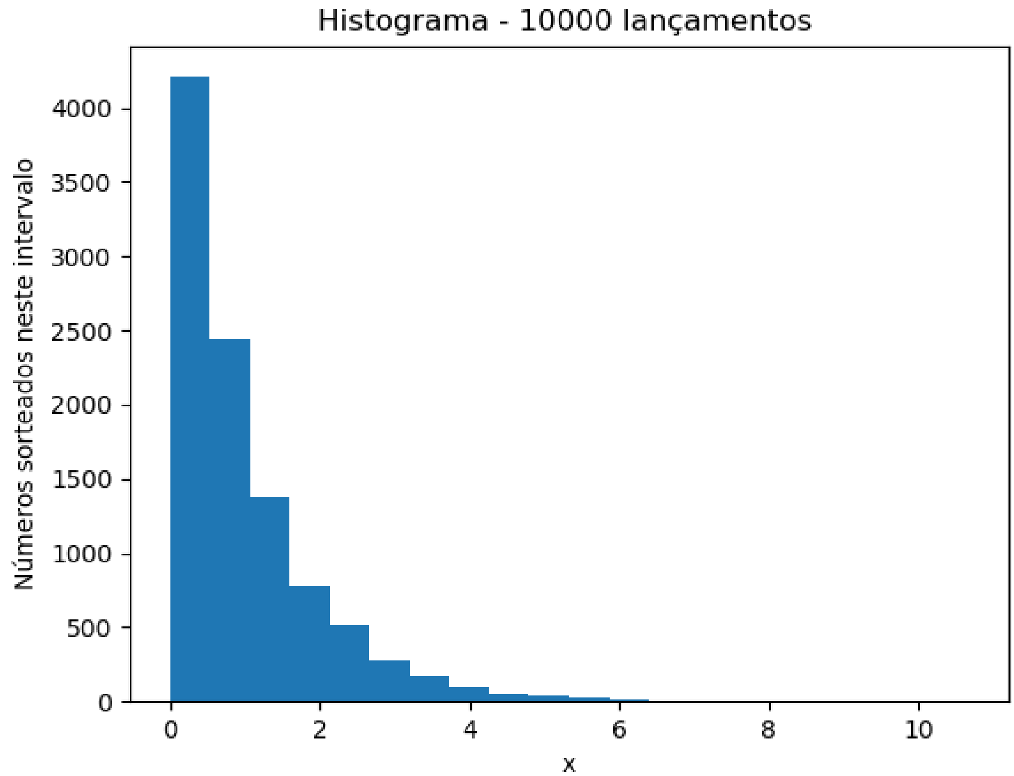
Note: O pacote `vpython` nem sempre funciona bem com o pacote `random`, mas se você importar funções do `vpython` primeiro, e então de `random`, você deve evitar problemas.

Problema 4:

a) Implemente uma função que gera números aleatórios obedecendo uma distribuição exponencial

$$p(x) = \mu \exp(-\mu x)$$

Em seguida, use a função acima para gerar 10000 números e faça um histograma das ocorrências destes números (Use $\mu = 1.0$). Você deve obter um gráfico similar ao mostrado abaixo.



b) Faça o mesmo do exercício anterior, dessa vez usando a distribuição gaussiana (use $\sigma = 1.0$)

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp(-\frac{x^2}{2\sigma^2})$$

Problema 5:

a) Escreva um programa para avaliar a integral da Eq. (10.22) do Newman usando o método de Monte Carlo do "erro ou acerto" que vimos em sala de aula com 10 000 pontos. Também avalie o erro de sua estimativa.

b) Agora estime o valor da integral de novo usando o método do valor médio com 10 000 pontos. Também avalie o erro.

Você deve achar que o erro é ligeiramente menor usando o método do valor médio.