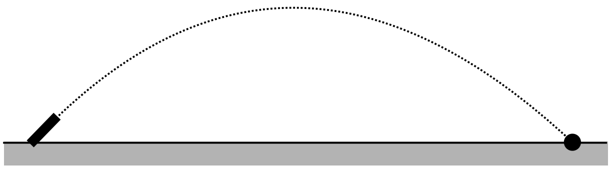
1. Um canhão lança uma bala do chão, como mostra a figura abaixo.



A força da gravidade acelera a bala para baixo, de acordo com a aceleração da gravidade, que é $g = 9.8$ m/s^2. A velocidade da bala é dada por um vetor, porque ela tem duas direções, x, e y. A bala é atirada da posição $(0, 0)$, e com velocidade inicial $(10, 10)$. O movimento é acelerado apenas na direção y, e para baixo. Na direção x o movimento tem, portanto, velocidade constante, e o movimento é descrito pela fórmula $s = s_0 + v_0 t$. Na direção y o movimento é acelerado pela gravidade, portanto a fórmula que descreve o movimento é $s = s_0 + v_0 t + (a/2)t^2$.

(a) Faça um programa que faça as contas para calcular a posição (x, y) da bala em qualquer valor de tempo, t, que você definir.

(b) Sofistique o seu programa para calcular a trajetória da bala, isto é, que salve três vetores, um de tempo, e outros de posições x e y.

(c) Encontre em que tempo a bala chega ao chão.

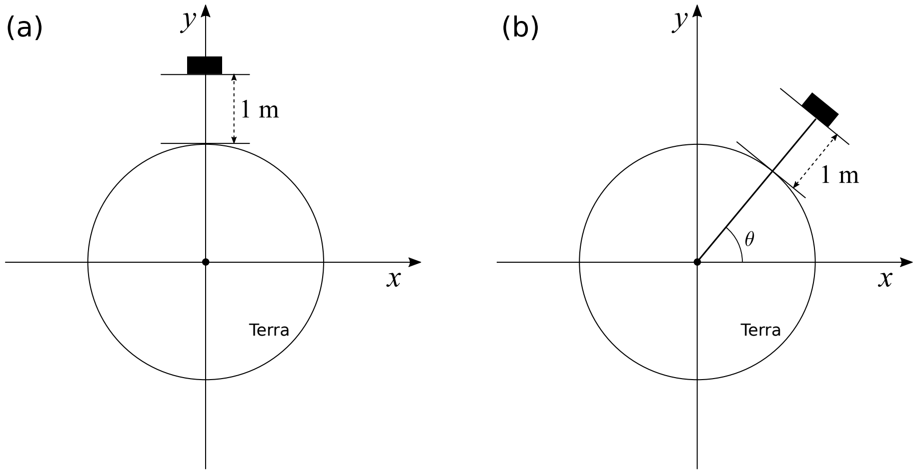
(d) Como variam o tempo e a distância horizontal (em x) em que bala chega ao chão se você varia o ângulo de lançamento (para uma velocidade com mesmo módulo)?

2. A força gravitacional aponta para o centro da terra. Ela tem a forma

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

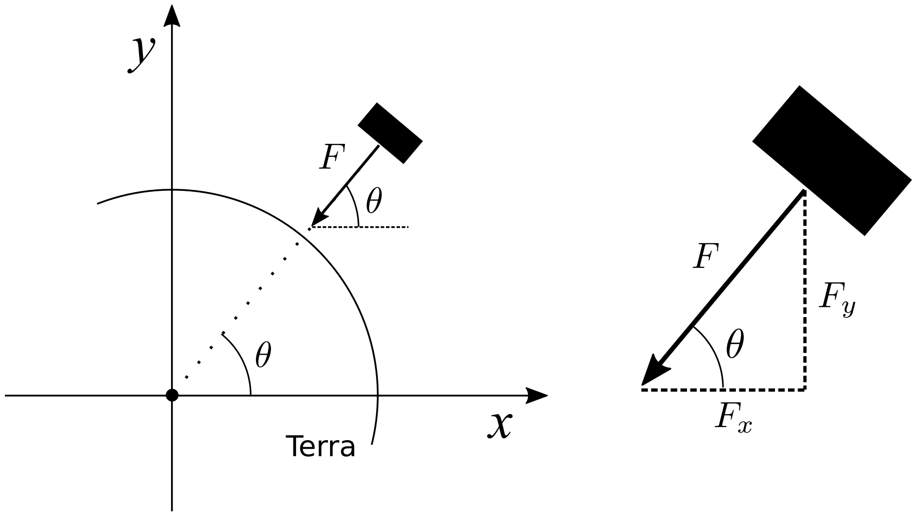
onde G é uma constante, m_1 e m_2 são as massas dos dois corpos (a terra é o outro objeto), e r a distância entre eles. A constante G vale $G = 6.67 \times 10^{-11}$m^3/kg s^2. A massa da terra é 5.97×10^{24}kg, e o raio da terra é 6371 km, ou 6.371×10^6m. Vamos imaginar que o centro da terra está na posição $x = (0, 0)$, e que o temos um objeto que pesa 1 kg, e trabalhar com uma representação da terra em duas dimensões.

(a) Faça um código que calcule a força que age sobre o corpo, na situação da figura (a) ilustrada abaixo. Note que a coordenada x do objeto é zero, e que y é a soma da altura do objeto com o raio da terra.



(b) Modifique o seu programa para tentar calcular a força que atua sobre o corpo quando ele está em qualquer lugar da terra, mas a uma altura de 1 m, como ilustrado na figura (b). As posições x e y agora dependem do ângulo θ, como ilustrado na figura.

3. A força que você calculou no exercício anterior aponta sempre para o centro da terra. Como mostra a figura abaixo, ela pode ser decomposta em duas componentes, F_x e F_y, que dependem do mesmo ângulo θ da figura.

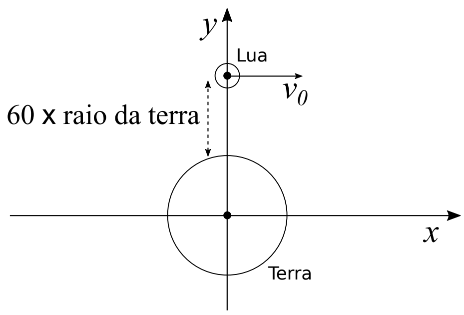


(a) Faça o seu programa calcular cada uma das componentes separadamente.

(b) Calcule a aceleração em cada direção, separadamente, no mesmo programa.

(c) O movimento é acelerado nas duas direções, x e y. Portanto, a queda do corpo obedece a lei $s = s_0 + v_0 + at^2/2$ para cada direção. Adicione ao seu programa a conta que calcula a posição (tanto em x como em y) do corpo para qualquer instante de tempo. Assuma que a velocidade inicial do corpo é nula (ou seja, ele começa parado). Preste atenção que as posições vão ser em relação ao centro da terra.

4. Na figura abaixo representamos a Terra e a Lua. Para facilitar as contas, vamos representar todos os números com unidades mais convenientes. Vamos contar a massa da Terra e da Lua usando como unidade a massa da terra. Desta forma, $m_{\text{Terra}} = 1$ e a massa da Lua, que é $m_{\text{Lua}} = 7.36 \times 10^{22}$ kg, vai ser $m_{\text{Lua}} = 0.0123$ (veja a massa da Terra no exercício 2. A distância entre a Terra e a Lua é de 384400 km. Vamos medir essa distância em "raios da Terra". O raio da Terra é 6371 km, portanto a distância entre a Terra e a Lua é ∼60 vezes o raio da Terra (a Lua está bem longe, né?).



A Lua gira em torno da Terra com uma velocidade de aproximadamente 3600 km/h. Também vamos escrever essa velocidade usando o raio da Terra como medida de distância. Portanto, a velocidade é 0.565 "raios da Terra" por hora. Nestas mesmas unidades, a constante da gravitação, G, vale $G = 19,968\ r_{\mathrm{Terra}}^3\ m_{\mathrm{Terra}}^{-1}$ h^{-2}.

O objetivo é fazer um gráfico da posição (x, y) da Lua em torno da Terra, no decorrer de um dia.