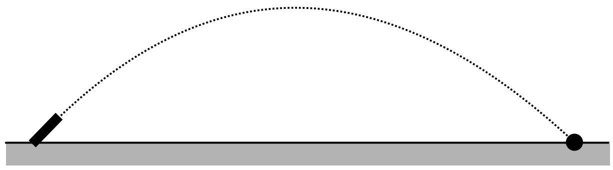
1. Um canhão lança uma bala do chão, como mostra a figura abaixo.



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.

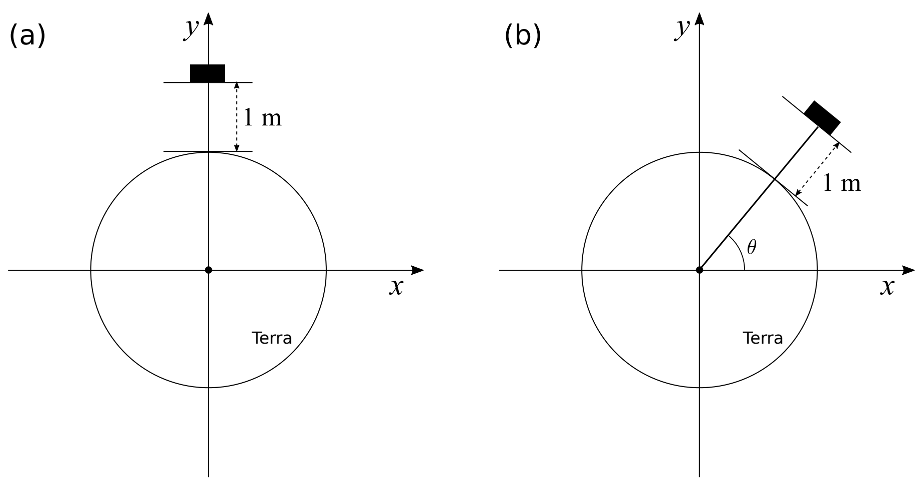
   (d) Como variam o tempo e a distância horizontal (em x) em que bala chega ao chão se você varia o ângulo de lançamento (para uma velocidade com mesmo módulo)?

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

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

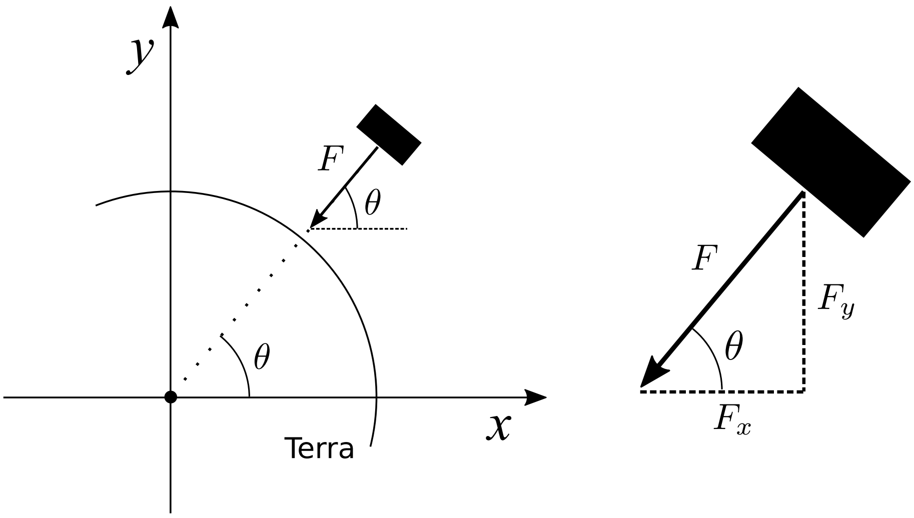
onde G é uma constante, m_1 e m_2 são as massas dos dois corpos (a terra é o outro objeto), e r a distância entre eles. A constante G vale $G = 6.67 \times 10^{-11}$m^3/kg s^2. A massa da terra é 5.97×10^{24}kg, e o raio da terra é 6371 km, ou 6.371×10^6m. Vamos imaginar que o centro da terra está na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

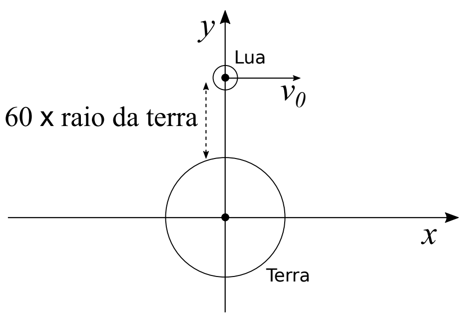


(a) Faça o seu programa calcular cada uma das componentes separadamente.

(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 $G = 19,968\ r_{\text{Terra}}^3\ m_{\text{Terra}}^{-1}$ h^{-2}.

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

5. Agora, sofistique o seu programa para que a Terra não esteja fixa no centro, mas se mova também em função da atração que a Lua exerce sobre ela.

6. Procure na internet as seguintes informações sobre todos os planetas do sistema solar: nome, massa, raio, distância do sol, velocidade de translação (o que é isso?).

   (a) Crie uma estrutura (`struct`) chamada `Planeta`, que contenha todas essas informações.

   (b) Faça um programa que inicialize os dados para cada planeta.

   (c) Teste sua estrutura de dados mostrando, por exemplo, como obter a massa da terra usando o comando `terra.massa`.

7. Escreva funções que recebem a informação de 2 planetas distintos e devolvem o nome do planeta de:

   (a) Maior massa.

   (b) Maior raio.

   (c) Maior distância ao sol.

   (d) Maior velocidade de translação.

8. Crie um vetor de Planetas e faça uma função que, dado este vetor, escreva o nome de todos os planetas.

9. Crie uma função que recebe o vetor de planetas e devolve o nome do planeta de maior massa.

10. Vamos fazer um gráfico da velocidade do planeta em função de sua distância ao sol. Para isso:

    (a) Crie um vetor que contenha as velocidades dos planetas, usando seu vetor de planetas dos exercícios anteriores.

    (b) Crie um vetor que contenha as distâncias dos planetas ao sol.

    (c) Use os dois vetores para fazer um gráfico da velocidade em função da distância.

    Observe o gráfico: tente imaginar porque ele tem a cara que tem.

11. Agora vamos acrescentar, em cada Planeta, as informações que vão definir a trajetória dos planetas na simulação. Primeiro, vamos refazer exercícios anteriores mudando a *estrutura de dados*. Vamos refazer o exercício 4. Agora, no entanto, todas as características de cada corpo (a Terra e a Lua, no caso) vão estar contidas dentro da estrutura Planeta que foi criada. As informações adicionais são as posições e velocidades iniciais e o vetor contendo a trajetória. As posições e velocidades iniciais são vetores de 2 posições (porque estamos simulando o sistema em duas dimensões só) que são definidos no início. O vetor da trajetória será calculado na simulação. Vetores são definidos dentro da estrutura, por exemplo, assim:

```julia
struct Planeta
  xini :: Float64  # posicao x inicial
  yini :: Float64  # posicao y inicial
  vxini :: Float64 # velocidade x inicial
  vyini :: Float64 # velocidade y inicial
  x :: Vector{}     # vetor que contem as posicoes x ao longo da simulacao
  y :: Vector{}     # vetor que contem as posicoes y ao longo da simulacao
```

```
  vx :: Vector{}    # vetor que contem as velocidades x ao longo da simulacao
  vy :: Vector{}    # vetor que contem as velocidades y ao longo da simulacao
end
```

Note que definimos apenas vetores sem especificar o que eles contém. Isso será feito quando inicializarmos cada componente específico. Por exemplo, usando a estrutura acima, temos

```
npassos = 1000
xini = 0.
yini = 60.
vxini = 0.546
vyini = 0.
x = zeros(npassos) # Definindo o vetor das posicoes em x
y = zeros(npassos) # Criando outro vetor igual em y
vx = zeros(npassos) # Criando outro vetor igual para velocidades em x
vy = zeros(npassos) # Criando outro vetor igual para velocidades em y
Lua = Planeta(xini,yini,vxini,vyini,x,y,vx,vy)
```

Acrescente a massa, o raio e o nome à estrutura de dados. Faça o mesmo para a Terra, e repita o exercício 4 usando sua nova estrutura de dados.