

## Questão 1

August 18, 2019

### 1 Fórmula para a altura de um satélite

Supondo movimento circular uniforme para o sistema, a magnitude da força é dada por:

$$F_{cp} = \frac{mv^2}{r} \quad (1)$$

onde  $m$  é a massa do corpo em movimento,  $v$  sua velocidade e  $r$  o raio da trajetória. Mas a força gravitacional entre 2 corpo é:

$$F_g = G \frac{mM}{r^2} \quad (2)$$

Igualando (1) com (2) obtemos:

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$$

Manipulando obtemos

$$r = G \left( \frac{MT^2}{4\pi^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Mas  $r = h + R$ , então:

$$h = G \left( \frac{MT^2}{4\pi^2} \right)^{\frac{1}{3}} - R \quad (3)$$

### 2 Programa dado T, calcula h

```
[1]: # formula (3) em Latex: h = G \left( \frac{MT^2}{4 \pi^2} \right)^{\frac{1}{3}} - R
      ↪ ~{\frac{1}{3}} - R

from math import pi

G = 6.67e-11 # constante gravitacional de Newton em (m^2 kg^-1 s^-2)
```

```

M = 5.97e24 # massa da Terra em (kg)
R = 6371    # raio medio da Terra em (km)

print('Um satélite deve ser lançado em uma órbita circular em torno da Terra,
↳ de forma que complete uma volta ao redor do planeta a cada T segundos.')
T = int(input('Digite valor desejado de T: '))

R = R*1000 # correcao do raio medio da Terra para (m)

print('A altitude correta em metros é:')
(G*M*T**2/(4*pi))**(1/3) - R # aplicacao da fórmula (3)

```

Um satélite deve ser lançado em uma órbita circular em torno da Terra, de forma que complete uma volta ao redor do planeta a cada T segundos.

Digite valor desejado de T: 600

A altitude correta em metros é:

```
[1]: -4119885.4211457036
```

### 3 Uso do programa

```

[2]: def altitude(prosaico=True):
    # formula (3) em Latex:  $h = G \left( \frac{MT^2}{4 \pi^2} \right)^{1/3} - R$ 
    ↳  $\sim \left( \frac{1}{3} \right) - R$ 

    from math import pi

    G = 6.67e-11 # constante gravitacional de Newton em (m^2 kg^-1 s^-2)
    M = 5.97e24 # massa da Terra em (kg)
    R = 6371    # raio medio da Terra em (km)

    if prosaico:
        print('Um satélite deve ser lançado em uma órbita circular em torno da
↳ Terra, de forma que complete uma volta ao redor do planeta a cada T segundos.
↳ ')
        T = float(input('Digite valor desejado de T: '))

        R = R*1000 # correcao do raio medio da Terra para (m)

    if prosaico:
        print('A altitude correta em metros é:')
        return (G*M*T**2/(4*pi))**(1/3) - R # aplicacao da fórmula (3)

```

```
[3]: 23.93*60*60 # calculo de quantos segundos tem uma órbita geossincrona
```

[3]: 86148.0

[4]: `altitude()`

Um satélite deve ser lançado em uma órbita circular em torno da Terra, de forma que complete uma volta ao redor do planeta a cada T segundos.

Digite valor desejado de T: 86148.0

A altitude correta em metros é:

[4]: 55353877.01157364

[5]: `90*60 # calculo de quantos segundos tem em 90 min`

[5]: 5400

[6]: `altitude()`

Um satélite deve ser lançado em uma órbita circular em torno da Terra, de forma que complete uma volta ao redor do planeta a cada T segundos.

Digite valor desejado de T: 5400

A altitude correta em metros é:

[6]: 3369007.1021960545

[7]: `45*60 # calculo de quantos segundos tem em 45 min`

[7]: 2700

[8]: `altitude()`

Um satélite deve ser lançado em uma órbita circular em torno da Terra, de forma que complete uma volta ao redor do planeta a cada T segundos.

Digite valor desejado de T: 2700

A altitude correta em metros é:

[8]: -235180.0129088126

Observando os dois ultimos calculos conclue-se que entre 90 e 45 minutos está o limite para que o período de rotação tenha uma altura a cima da superfície média da terra.

## 4 Porque não 24 horas

O dia sideral é mais curto, em relação ao dia solar, pois não conta com a contribuição do movimento de translação da Terra ao redor do Sol.

O dia solar é medido em termos da posição do Sol, que é um referencial não inercial no caso. Assim não podemos igualar (1) com (2) para resolver a altura do satélite geossincrono.

```
[9]: 24*60*60 # calculo de quantos segundos tem uma órbita geossincrona
```

```
[9]: 86400
```

```
[10]: 23.93*60*60 # calculo de quantos segundos tem uma órbita geossincrona
```

```
[10]: 86148.0
```

```
[11]: # diferenca na altitude em metros  
altitude(prosaico=False)-altitude(prosaico=False)
```

Digite valor desejado de T: 86400

Digite valor desejado de T: 86148.0

```
[11]: 120313.06924135238
```