



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA – DFIS  
NOME DA DISCIPLINA – SIGLA

---

**Aluno(a):** AUTOR DO DOCUMENTO

**Professor:** Dr. Fulano de Souza

**Capítulo(s) Ref.:** I/II/III

**Lista de Exercícios:** 001

**Data:** 19/08/2022

**Fase:** LEF102-08U

---

## NOME DA LISTA

**Observações:** Alguma observação, se houver. Pode ser o referencial usado pra fazer a lista, por exemplo: (GREINER; NEISE; STÖCKER, 2004; SALINAS, 2005), ou ainda um breve resumo.

## Sumário

<b>Problema 01</b>	2
<b>Problema 02</b>	2
<b>Problema 03</b>	3
<b>REFERÊNCIAS</b>	4

**Problema 1.** Tanto a Lua quanto o Sol produzem as marés e, por estar mais próxima, a Lua desempenha um papel mais importante. Podemos concluir que a Lua atrai os oceanos com força gravitacional mais intensa do que o Sol? Justifique.

**Solução 1.** Sim! As marés são resultantes da atração gravitacional exercida pela Lua sobre a Terra e, também pelo Sol sobre a Terra, porém em menor escala devido as distâncias envolvidas, a força diferencial "cai" com o cubo da distância. É possível compará-las, utilizando

$$dF = \frac{2GMm}{r^3}dr \quad (1)$$

para uma partícula de massa  $m$  na superfície da Terra, temos que a razão entre estas duas forças é da ordem de

$$\frac{dF_{\odot}}{dF_L} = \frac{M_{\odot}}{M_L} \left( \frac{d_L}{d_{\odot}} \right)^3 \quad (2)$$

$$\frac{dF_{\odot}}{dF_L} = \frac{1,989 \times 10^{30} \text{ kg}}{7,35 \times 10^{22} \text{ kg}} \left( \frac{3,84 \times 10^5 \text{ km}}{1,49 \times 10^8 \text{ km}} \right)^3 \quad (3)$$

$$dF_{\odot} = 0,46 dF_L \quad (4)$$

**Problema 2.** Calcule a razão entre as forças de maré (máximas) no cometa Halley no afélio (35 UA) e periélio (0,59 UA). Quando se encontra no periélio, o cometa atingiu uma distância menor do que o limite de Roche? Considere que as densidades do cometa e do Sol sejam iguais.

**Solução 2.** Dada a [Equação 1](#) considerando a distância do afélio  $r_a$  e periélio  $r_p$  tem-se

$$\frac{dF_a}{dF_p} = \frac{2GMmdr \frac{r_p^3}{r_a^3}}{2GMmdr \frac{r_p^3}{r_a^3}} \quad (5)$$

$$\frac{dF_a}{dF_p} = \left( \frac{r_p}{r_a} \right)^3$$

$$\frac{dF_a}{dF_p} = \left( \frac{0,59 \text{ UA}}{35 \text{ UA}} \right)^3$$

$$\frac{dF_a}{dF_p} = 4,79 \times 10^{-6}$$

A distância mínima  $d$  dada pelo limite de Roche para satélites sólidos é

$$d \leq 1,38 \left( \frac{\rho_M}{\rho_m} \right)^{1/3} R \quad (6)$$

Neste caso  $\rho_m = \rho_M$  então

$$d \leq 1,38R_{\odot} \quad (7)$$

Sendo o raio do sol  $R_{\odot} = 6,96 \times 10^5 \text{ km}$  e  $0,59 \text{ UA} = 8,8264 \times 10^7 \text{ km}$  então

$$d = 1,38(6,96 \times 10^5 \text{ km}) \quad (8)$$

$$d = 9,6 \times 10^5 \text{ km}$$

portanto, sim!  $d < 0,59 \text{ UA}$ .

**Problema 3.** Calcule a razão entre a força gravitacional diferencial máxima da Lua sobre uma partícula de massa  $m$  na superfície da Terra e a força auto-gravitacional da Terra sobre a mesma partícula de massa  $m$  em sua superfície. De acordo com o resultado obtido, devemos considerar os efeitos da força gravitacional diferencial em experimentos de queda livre? Justifique.

**Solução 3.** A força de maré causada em uma partícula na Terra devida a interação gravitacional da Lua é

$$dF_{L \rightarrow T} = \frac{2GM_L m}{d_{L \rightarrow T}^3} R_T \quad (9)$$

e a força auto-gravitacional da Terra, é dada por

$$F_G = \frac{GM_T m}{R_T^2} \quad (10)$$

logo

$$\begin{aligned} \frac{dF_{L \rightarrow T}}{F_G} &= \frac{2GM_L m}{d_{L \rightarrow T}^3} \frac{R_T^2}{GM_T m} R_T \\ \frac{dF_{L \rightarrow T}}{F_G} &= \frac{2M_L}{M_T} \left( \frac{R_T}{d_{L \rightarrow T}} \right)^3 \end{aligned} \quad (11)$$

se  $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6,37 \times 10^3 \text{ km}$ ;  $M_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$  e  $d_{L \rightarrow T} = 3,84 \times 10^5 \text{ km}$ , substituindo temos

$$\frac{dF_{L \rightarrow T}}{F_G} = 1,124 \times 10^{-7} \quad (12)$$

Estes efeitos apenas devem ser considerados nos casos em que necessita-se de uma precisão da ordem da sétima casa decimal, em geral, podem ser desprezados no exame dos movimentos de queda livre.

## Referências

GREINER, W.; NEISE, L.; STÖCKER, H. **Thermodynamics and Statistical Mechanics**. New York [u.a.]: Springer, 2004. (Classical theoretical physics). Includes bibliographical references and index. ISBN 9780387942995. Citado na página 1.

SALINAS, S. R. A. **Introdução à Física Estatística**. [S.l.]: EDUSP, 2005. (Grad. Texts Contemp. Phys.). ISSN 0938-037X. ISBN 9788531403866. Citado na página 1.