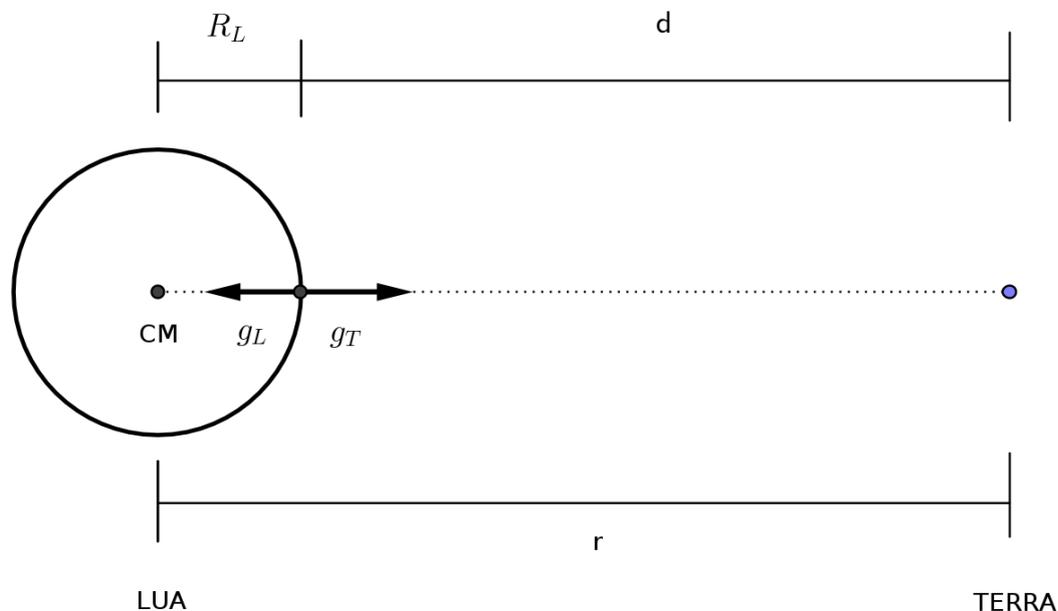


1. d) **0.8**
2. b) **0.8**
3. b) e d) **0.8**
4. b) **0.8**
5. C - E - A - B - F - D **0.8**
6. d) - c) - e) - b) - a) **0.8**
7. (a) A velocidade de recessão da galáxia (velocidade sistemática) $\simeq 1900$ km/s **1.4**
 Rotação da galáxia = metade da largura da risca $\simeq \frac{200}{2}$ km/s = 100 km/s
 Temperatura máxima da risca $\simeq 0,15$ K
- (b) $v = H_0 D \Leftrightarrow D = \frac{v}{H_0} = \frac{1900}{70} = 27$ Mpc **1.0**
- (c) Matéria total = $2,7 \times 10^9 M_\odot$ **1.8**
 Matéria visível = $1,8 \times 10^9 M_\odot$
 Matéria escura = Matéria total - Matéria visível = $2,7 \times 10^9 M_\odot - 1,8 \times 10^9 M_\odot = 0,9 \times 10^9 M_\odot$
8. $M_\odot = 1,99 \times 10^{30}$ Kg **2.0**
 $L_\odot = 3,846 \times 10^{26}$ W = constante
 $L_\odot = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{L_\odot}$
 $E = mc^2$
 $m = 0,1\% M_\odot = 0,001 M_\odot = 0,001 \times 1,99 \times 10^{30} = 1,99 \times 10^{27} \wedge c = 3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$
 $\Delta t = \frac{1,99 \times 10^{27} \times (3 \times 10^8)^2}{3,846 \times 10^{26}} \simeq 4,66 \times 10^{17}$ segundos $\simeq 1,48 \times 10^{10}$ anos



9. (a) $g_L = \frac{GM_L}{R_L^2} \wedge g_T = \frac{GM_T}{d^2} \wedge a_{CM} = \frac{GM_T}{r^2}$ **3.0**
 para a Lua ser destruída, temos de ter
 $g_L < g_T - a_{CM}$
 $\Leftrightarrow \frac{GM_L}{R_L^2} < GM_T \left(\frac{1}{d^2} - \frac{1}{r^2} \right) \simeq 2 \frac{GM_T}{d^2} \frac{R_L}{d}$
 $\Rightarrow d < \left(2 \frac{M_T}{M_L} \right)^{1/3} R_L$
 OBS: $\frac{1}{r^2} = \frac{1}{(d+R_L)^2} = \frac{1}{d^2} \left(1 + \frac{R_L}{d} \right)^{-2} \simeq \frac{1}{d^2} \left(1 - 2 \frac{R_L}{d} \right)$
 $d = 5,5 R_L = 9553,5 km \simeq 1,5 R_T$
- (b) Substituindo, na alínea anterior, a Lua pela pessoa temos $R_L \Rightarrow$ altura da pessoa e $M_L \Rightarrow$ massa da pessoa **1.0**
 $d = 95490 km \simeq 15 R_T$
- (c) A Lua é destruída porque apenas se mantém coesa devido à força da gravidade, enquanto que uma pessoa se mantém coesa devido às ligações químicas entre as moléculas que a compõem. **1.0**

10. (a) $M = \bar{\rho}V \Rightarrow \bar{\rho}_{\odot} = \frac{M_{\odot}}{V_{\odot}}$

2.0

$$V = V_{esfera} = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow V_{\odot} = \frac{4}{3}\pi R_{\odot}^3$$

$$M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ Kg e } R_{\odot} = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$$

$$\bar{\rho}_{\odot} = \frac{M_{\odot}}{V_{\odot}} \simeq 1,41 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$$

$$M_{an\tilde{a}} = M_{\odot} \text{ e } V_{an\tilde{a}} = \frac{1}{10^6} V_{\odot}$$

$$\bar{\rho}_{an\tilde{a}} = \frac{M_{an\tilde{a}}}{V_{an\tilde{a}}} = 10^6 \times \frac{M_{\odot}}{V_{\odot}} = 10^6 \times \bar{\rho}_{\odot} = 1,41 \times 10^9 \text{ kgm}^{-3}$$

(b) $L = M\Omega R^2 = M \frac{2\pi}{T} R^2$

2.0

$$L_{\odot} = L_{an\tilde{a}} \wedge M_{\odot} = M_{an\tilde{a}} \Rightarrow \frac{R_{\odot}^2}{T_{\odot}} = \frac{R_{an\tilde{a}}^2}{T_{an\tilde{a}}}$$

$$\Leftrightarrow T_{an\tilde{a}} = \frac{R_{an\tilde{a}}^2}{R_{\odot}^2} T_{\odot}$$

$$V_{an\tilde{a}} = \frac{1}{10^6} V_{\odot} \Leftrightarrow V_{\odot} = 10^6 V_{an\tilde{a}} \Rightarrow R_{\odot} = 100 R_{an\tilde{a}}$$

$$T_{an\tilde{a}} = \frac{R_{an\tilde{a}}^2}{R_{\odot}^2} T_{\odot} \wedge R_{\odot} = 100 R_{an\tilde{a}} \Rightarrow T_{an\tilde{a}} = \frac{T_{\odot}}{100^2} \wedge T_{\odot} = 27 \text{ dias} = 2332800 \text{ segundos}$$

$$\Rightarrow T_{an\tilde{a}} = 233,28 \text{ segundos}$$