

$$m_L = 4,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$
$$R_L = 1,738 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$M_T = 5,94 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$
$$R_T = 6,371 \cdot 10^3 \text{ km}$$

$$\begin{aligned} r_p &= 3,63 \cdot 10^5 \text{ km} = a - c \\ r_A &= 4,06 \cdot 10^5 \text{ km} = a + c \end{aligned}$$

$$a = 3,48 \cdot 10^5 \text{ km}$$

$$V_p = 1076 \text{ m/s}$$

1) Massima Variazione di velocità?

Calcolo  $V_A$  e faccio la sottrazione

Calcolo  $V_A$  e faccio la sottrazione  $V_p - V_A$   
Si conserva il momento angolare:  $L_A = L_p$

$$L_A = r_A \cdot m_L \cdot v_A = r_P \cdot m_L \cdot v_P = L_P$$

$$V_A = \frac{r_P}{r_A} V_P$$

$$\leadsto V_P - V_A = V_P - \frac{r_P}{r_A} V_P = V_P \left( \frac{r_A - r_P}{r_A} \right)$$

2) En potenziale terra Luna max e min:  $U = -G \frac{M_m}{r}$

En potenziale in perigeo vale  $U_p = -G \frac{M_{T+ML}}{r_p}$

11 " Apogee value  $U_A = -G \frac{M_T m_L}{r_A}$

$$U_p < U_A \quad (\text{Perché sono negative})$$

→ Verifico che  $E_{TOT}$  si conserva:

$$E_A = \frac{1}{2} m_L v_A^2 - G \frac{M_T m_L}{r_A}$$

$$E_p = \frac{1}{2} m_L v_p^2 - G \frac{M_T m_c}{r_p}$$

Dovremmo mettere tutti i numeri e fare  $|E_A - E_P|$  e vedere quanto è piccolo.

3) Trovare dove è Q tra T e P in modo che la forza grav. sia nulla

Dato impostare  $\vec{F}_T + \vec{F}_L = 0$

$$F_T = G \frac{M_T m}{x^2}$$

massa asteroide in Q

$$F_L = G \frac{m m_L}{(r_p - x)^2}$$

Passando ai moduli:

$$F_T - F_L = 0 \quad \cancel{Gm} \left( \frac{M_T}{x^2} - \frac{m_L}{(r_p - x)^2} \right) = 0$$

$$(r_p - x)^2 \cdot M_T - m_L x^2 = 0$$

$$(x^2 + r_p^2 - 2x r_p) M_T - m_L x^2 = 0$$

Breve Comille

$$x^2 (M_T - m_L) - 2r_p M_T x + r_p^2 M_T = 0 \quad \frac{\Delta}{4} = \cancel{r_p^2 M_T^2} - \cancel{r_p^2 M_T^2} + r_p^2 M_T m_L$$

$$x_1/x_2 = \frac{r_p M_T \pm r_p \sqrt{M_T m_L}}{M_T - m_L} = r_p \frac{M_T \pm \sqrt{M_T m_L}}{M_T - m_L}$$

$$0 < x < r_p$$

$$0 < \frac{M_T \pm \sqrt{M_T m_L}}{M_T - m_L} < 1$$

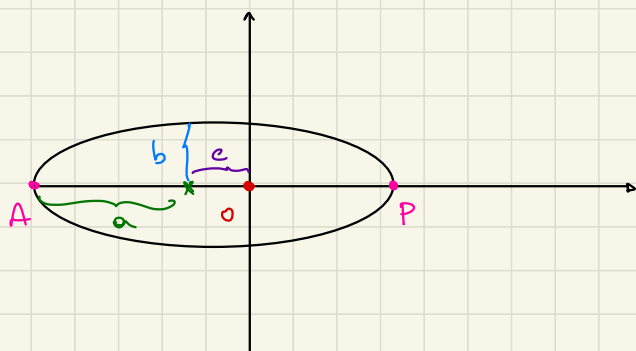
$$\frac{\sqrt{M_T} (\sqrt{M_T} \pm \sqrt{m_L})}{(\sqrt{M_T} - \sqrt{m_L}) (\sqrt{M_T} + \sqrt{m_L})}$$

ms col -

4) Energia totale per allontanare la luna all'infinito.

Vogliamo che  $E_{\text{Bombe}} + E_{\text{presente}} = 0 = E_{\infty}$  dove è fermo e tutto distrutto.

Dunque  $E_{\text{Bombe}} = -E_{\text{presente}} = -\frac{G m_L M_T}{2a} \approx 3,81 \cdot 10^{23} \text{ J}$



La Terra è in O

$$\frac{(x+19381)^2}{26290^2} + \frac{y^2}{17763^2} = 1$$

$$a = 26290 \text{ km}$$

$$b = 17763 \text{ km}$$

$$x_T = 19381 \text{ km}$$

$$\frac{(x+x_T)^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

(1)  $AO = ?$   $OP = ?$   $c^2 = a^2 - b^2 \Rightarrow c = 19381 = x_T$

$$AO = a + c = a + x_T$$

$$OP = a - c = a - x_T$$

(2) Eccentricità  $e = \frac{c}{a}$  e lo conosciamo

(3) Trova il rapporto tra  $V_A$  e  $V_P$

$$\left(\frac{V_A}{V_P}\right)^2 = \frac{V_A^2}{V_P^2} = \frac{GM}{a} \left(\frac{a-c}{b}\right)^2 \cdot \frac{a}{GM} \left(\frac{b}{a+c}\right)^2$$

$$= \left(\frac{a-c}{a+c}\right)^2 \Rightarrow \frac{V_A}{V_P} = \frac{a-c}{a+c}$$

Bravo Letizia

Bravo Filippo M.: Si poteva fare con la conservazione di L:

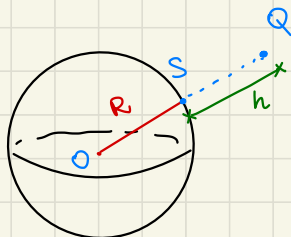
$$L_A = L_P$$

$$m(a+c)V_A = m(a-c)V_P \Rightarrow \frac{V_A}{V_P} = \frac{a-c}{a+c}$$

(4)  $V_P = ?$   $V_P^2 = \frac{GM}{a} \left(\frac{a+c}{b}\right)^2$

M massa, R

(1) v all'infinito la roccia arriva ad h.?



L'energia si conserva

$$E_s = \frac{1}{2}mv^2 + \left(-G \frac{Mm}{R}\right)$$

$$E_Q = 0 + \left(-G \frac{Mm}{R+h}\right)$$

$$E_s = E_Q$$

$$\frac{1}{2}mv^2 - G \frac{Mm}{R} = -G \frac{Mm}{R+h}$$

$$v^2 = 2GM \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right) \quad \rightsquigarrow \text{e questa è la formula}$$

(2) Scrivi formula in cui  $v^2 = v_f^2 \dots$ 

$$v_f^2 = \frac{2GM}{R}$$

$$\downarrow$$

$$Rv_f^2 = 2GM$$

$$v^2 = \overset{v_f^2}{2GM} \frac{R}{R} \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right)$$

$$v^2 = v_f^2 \cdot R \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right) \rightsquigarrow v^2 = v_f^2 \left( 1 - \frac{\overset{R+h-R}{R}}{R+h} \right)$$

$$v^2 = v_f^2 \frac{h}{R+h}$$

(3) Quale grafico rappresenta v in funzione di h? Penso  $v=y$ ,  $h=x$ .

$$y = v_f \sqrt{\frac{x}{R+x}}$$

Dato che  $P=(0,0) \in$  Grafico escluso (c) e (d).  
 $\rightsquigarrow$  escluso (a) perché c'è asintoto verticale.