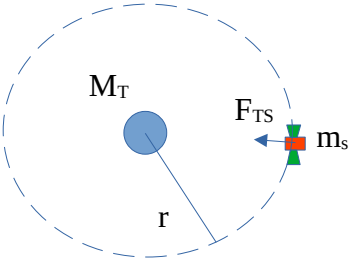
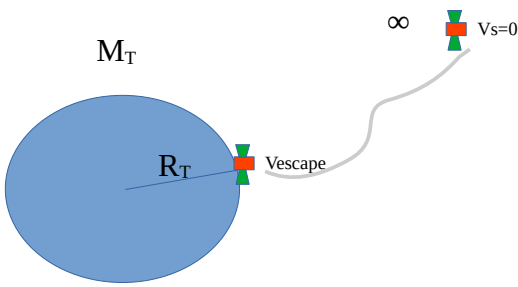


## SATÉLITES

Nos problemas de satélites utilízase a **lei de gravitación universal** e a **aproximación a órbitas circulares (MCU)** para realizar cálculos da velocidade orbital e velocidade de escape. O campo gravitatorio é un **campo conservativo** o que significa que a enerxía mecánica, suma da enerxía cinética e potencial, consérvase. A conservación da enerxía mecánica utilízase para realizar cálculos de velocidades de cambio de órbita, e para calcular a velocidade de escape. É frecuente non dar nos datos do problema a constante de gravitación universal  $G$  nin a masa da Terra ( $M_T$ ), e sí  $g_0$  (gravidade na superficie terrestre ou do planeta considerado) e o  $R_T$  (raio da Terra, ou planeta) polo que debe expresarse o produto  $G \cdot M_T$  en función de  $g_0$  e  $R_T$ .

Nos enunciados dos problemas aparecen os termos xeosíncrono (órbita elíptica co mesmo período orbital que o terrestre) e xeostacionario (órbita circular no plano do Ecuador Terrestre co mesmo período que a Terra). Todas as órbitas xeostacionarias son xeosíncronas, pero non á inversa pois hai órbitas de satélites que non se describen no plano do Ecuador e si teñen o mesmo período orbital que a Terra.

| VELOCIDADE ORBITAL   | EXPRESIÓNS TEÓRICAS de cálculo (FÓRMULAS)   | COMENTARIOS   |
|--|---|---|
| <p>Ás veces nos enunciados pídese calcular a velocidade do satélite na órbita. A forza que fai a Terra ou planeta considerado sobre o satélite maniféstase como forza centrípeta facendo que o satélite describa unha órbita elíptica que normalmente se aproximada a circular (MCU).</p>  | <p style="text-align: center;"><math>F_{TS} = F_C</math></p> <p>Aproximamos a órbitas circulares, polo que existe aceleración normal ou centrípeta</p> $\frac{G \cdot M_T \cdot m_s}{r^2} = m_s \cdot \frac{v^2}{r}$ <p>Simplificando <math>m_s</math>, e <math>r</math>; e reorganizando obtemos o valor de <math>v</math>.</p> $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{r}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ <p>Se non dan <math>G</math> nin <math>M_T</math> nos datos o produto de <math>G \cdot M_T</math> debe substituírse por <math>g_0 \cdot R_T^2</math> pois</p> $g_0 = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \longrightarrow g_0 \cdot R_T^2 = G \cdot M_T$ | <p>.- A velocidade orbital en contra do que poida parecer non depende da masa do satélite.</p> <p>.- Considéranse masas puntuais e a distancia <math>r</math> mídese dende o punto onde se concentra toda a masa do satélite até o punto onde se concentra toda a masa do planeta. <b>IMPORTANTE:</b> Ás veces dan nos enunciados a altura do satélite con respecto á superficie do planeta cumpríndose neste caso, e referido á Terra, a seguinte expresión <math>r = R_T + h</math></p> <p>.- Canto maior é a masa do planeta maior é a velocidade orbital para unha distancia <math>r</math> constante.</p> <p>.- Canto menor é o raio da órbita descrita polo satélite maior é a velocidade orbital. Se mantemos constante <math>M_T</math> e aumentamos <math>r</math> a velocidade orbital diminúe.</p> |

| ENERXÍA MECÁNICA  | EXPRESIÓNS TEÓRICAS de cálculo (FÓRMULAS)   | COMENTARIOS   |
|---|---|---|
| <p>O campo gravitatorio é <b>conservativo</b> polo que existe unha enerxía de interacción entre o planeta e o satélite, chamada <b>enerxía potencial</b>, asociada á posición do satélite con respecto ao planeta. Asemade polo feito de estar orbitando e describindo aproximadamente un MCU o satélite ten enerxía cinética. A suma da enerxía cinética e potencial é unha constante dentro da mesma órbita. Se se precisase cambiar de órbita habería que darlle unha enerxía adicional ao satélite, pero segue cumpríndose que <math>E_{M \text{ órbita } 1} + E_{\text{adicional}} = E_{M \text{ órbita } 2}</math></p> <p>Para lograr que un satélite escape partindo da superficie do planeta da influencia deste debemos lograr que o satélite teña a mesma enerxía cinética que a enerxía potencial que a liga ao planeta no punto de partida.</p> | <p><b>Enerxía cinética</b></p> $E_C = \frac{1}{2} \cdot m_s \cdot v_s^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{G \cdot M_T \cdot m_s}{r} \quad \mathbf{J}$ <p>Como</p> $\frac{G \cdot M_T \cdot m_s}{r^2} = m_s \cdot \frac{v_s^2}{r} \rightarrow m_s \cdot v_s^2 = \frac{G \cdot M_T \cdot m_s}{r}$ <p><b>Enerxía potencial</b></p> $E_P = \frac{-G \cdot M_T \cdot m_s}{r} \quad \mathbf{J}$ <p><b>Enerxía mecánica</b></p> $E_M = E_C + E_P = \frac{1}{2} \cdot \frac{G \cdot M_T \cdot m_s}{r} + \frac{-G \cdot M_T \cdot m_s}{r} = -\frac{1}{2} \frac{G \cdot M_T \cdot m_s}{r} \quad \mathbf{J}$ | <p>A <b>enerxía cinética</b> é positiva, porén a <b>enerxía potencial</b> gravitatoria de interacción entre o planeta e o satélite é negativa, pois representa o traballo que fai a forza gravitatoria que actúa sobre o satélite dende o punto onde se atope este até o infinito. Date conta de que a medida que cambia a posición do satélite na traxectoria dende a órbita na que estea até o infinito a forza varía o seu valor, razón pola que hai que utilizar integrais para facer o cálculo dese traballo. O proceso de que o satélite vaia dende unha órbita concreta até o infinito <b>non é espontáneo</b>, razón pola que ese <b>traballo</b> ten <b>signo negativo</b>.</p> <p>Ten en conta que a enerxía potencial gravitatoria é o dobre da cinética cambiada de signo. Asemade fíxate que a <b>enerxía mecánica</b> coincide coa cinética pero ten signo contrario.</p> |
| <p><b>VELOCIDADE de ESCAPE</b></p>  | <p><b>EXPRESIÓNS TEÓRICAS de cálculo (FÓRMULAS)</b></p>   | <p><b>COMENTARIOS</b></p>   |
|   | $ E_p  = E_C$ $\frac{G \cdot M_T \cdot m_s}{R_T} = \frac{1}{2} m_s \cdot v_e^2$ $v_{\text{ESCAPE}} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_T}{r}} ; v_e = \sqrt{2} \cdot v_{\text{ORBITAL}}$  | <p>A enerxía potencial, entendida como a enerxía de ligadura vinculada á posición do satélite debe igualarse á enerxía cinética que debe ter o satélite para abandonar a influencia do planeta ao que estea ligado.</p> <p>A velocidade de escape non depende da masa do satélite e sí da masa do planeta do que se quere “escapar”. A velocidade de escape é sempre maior que a orbital nun factor de <math>\sqrt{2}</math>.</p>   |