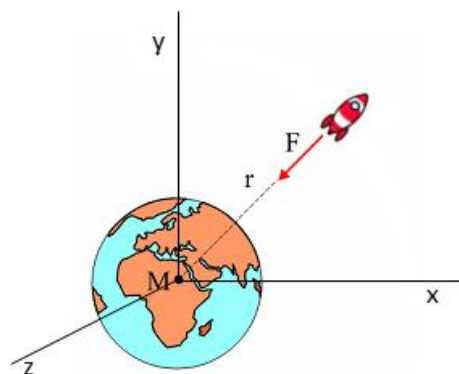


## MOVIMIENTO DE UN OBJETO EN EL CAMPO GRAVITATORIO DE LA TIERRA

Para plantear el problema del movimiento de un objeto en el campo gravitatorio creado por la Tierra (por ejemplo, un proyectil, un cohete, un satélite, un meteorito,..), consideramos que sobre dicho él sólo actúa la fuerza de atracción gravitatoria que le ejerce la Tierra. Esta simplificación requiere que se coloque al cuerpo por encima de la atmósfera para evitar la influencia importante del rozamiento con ella. Supone también despreciar las fuerzas que le ejercen al móvil otros objetos del Cosmos (por ejemplo, la Luna, el Sol,..), muchísimo más débil, al estar muy alejados que la Tierra.



Como nos referimos a un objeto de masa muy pequeña comparada con la Tierra, adoptamos un SR con origen en el centro de ella (a pesar, del movimiento de traslación de la Tierra, no rectilíneo ni uniforme, lo suponemos inercial). En estas condiciones, la fuerza que se ejerce sobre el cuerpo es una fuerza central (dirigida siempre hacia el origen de ese SR) y se calcula aplicando la ley de gravitación universal:

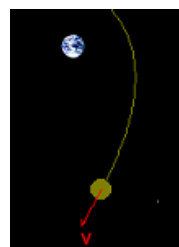
$$\mathbf{F} = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \mathbf{u}_r$$

Para plantear la ecuación del movimiento, basta aplicar el segundo principio de la Dinámica:

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a} = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \mathbf{u}_r \rightarrow m \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2} = -\frac{G \cdot M \cdot m}{r^2} \mathbf{u}_r$$

Habiendo obtenido así una ecuación diferencial que expresa de forma operativa el problema.

A la derecha consta el modelo físico-matemático de una animación informática *Modellus*, elaborada para simular posibles soluciones a dicho problema. Como se observa, dicho modelo consiste simplemente en las ecuaciones recién escritas en un plano x,y que contiene la trayectoria del movimiento estudiado. El programa informático resuelve la ecuación y representa la trayectoria del cuerpo para las condiciones iniciales que el usuario quiera atribuir. Así se obtienen diferentes trayectorias posibles del cuerpo sometido al campo gravitatorio de la Tierra:



Lanzamiento vertical rectilíneo, trayectoria parabólica, órbita circular, órbita elíptica, trayectoria hiperbólica. Estas soluciones también se pueden deducir, como se hace en la Web, con un planteamiento energético del problema.

**Modelo**

$r = \sqrt{x^2 + y^2}$

$F_g = G \times \frac{mT \times mS}{r^2}$

$F_{resx} = -F_g \times \frac{x}{r}$

$F_{resy} = -F_g \times \frac{y}{r}$

$\alpha_x = \frac{F_{resx}}{mS}$

$\alpha_y = \frac{F_{resy}}{m2}$

$\frac{dx}{dt} = \alpha_x$