Universidad Industrial de Santander

Introducción a la Física (2013)

- Unidad: casi 02
- Clase: 01
- Fecha: 20130725J
- Contenido: De la Tierra a la Luna
- Web: http://halley.uis.edu.co/fisica_para_todos/
- Archivo: 20130725J-HA-campos.pdf

Avisos parroquiales

- **Recuerde:** Plazo límite de entrega 2da parte:

Lunes 29/Jul/2013 23:59:59

- En el blog está el archivo "problema.dat"
- Si uso:
  - (excentricidad>0.3) → 94 exoplanetas
  - **(excentricidad>=0.3) → 99 exoplanetas**
- Hoy comienza la 2da unidad:
  - Electrostática y Termodinámica
- Nuevo episodio Cosmos en el blog → Martes 30/Jul

En el episodio anterior...

En el episodio anterior...

- Resolución numérica de las leyes de Kepler:
  - Tiempo discreto: el tiempo transcurre a intervalos constantes dt, y cuento los intervalos con i=0,1,2,3...

$$t_i = t_0 + i\,dt \rightarrow t_{i+1} = t_i + dt$$

  - Tercera Ley de Kepler → T , luego dt=T/1000, i=0...1000
  - Determinar condiciones iniciales: $\mathbf{r}(t_0)$ y $\mathbf{v}(t_0)$
  - Calcular la aceleración: $\mathbf{a}(t_i)=\mathbf{F}_i/m$
  - Realizar operaciones con vectores...

En el episodio anterior...

- Condiciones iniciales:
  - Posición inicial: conviene en el apoastro AP=a+f=a(1+e)

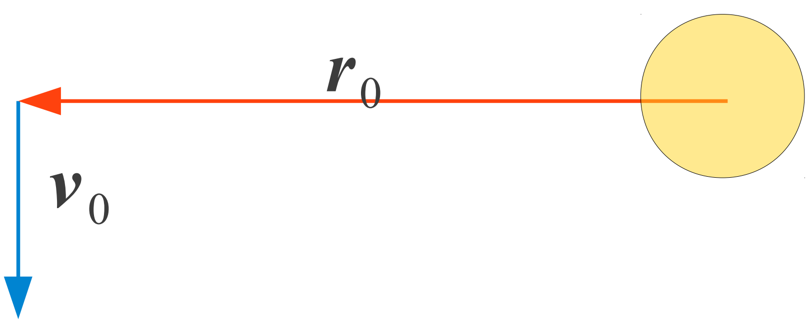
$$\bar{\boldsymbol{r}} = \left(-(a+f), 0\right)$$

  - Velocidad inicial:
    - En el apoastro es perpendicular a **r**
    - Su modulo sale de la conservación de la energía:

$$|\boldsymbol{v}_{AP}| = \sqrt{\frac{GM}{a}\left(\frac{1-e}{1+e}\right)}$$

    - Y el vector queda:

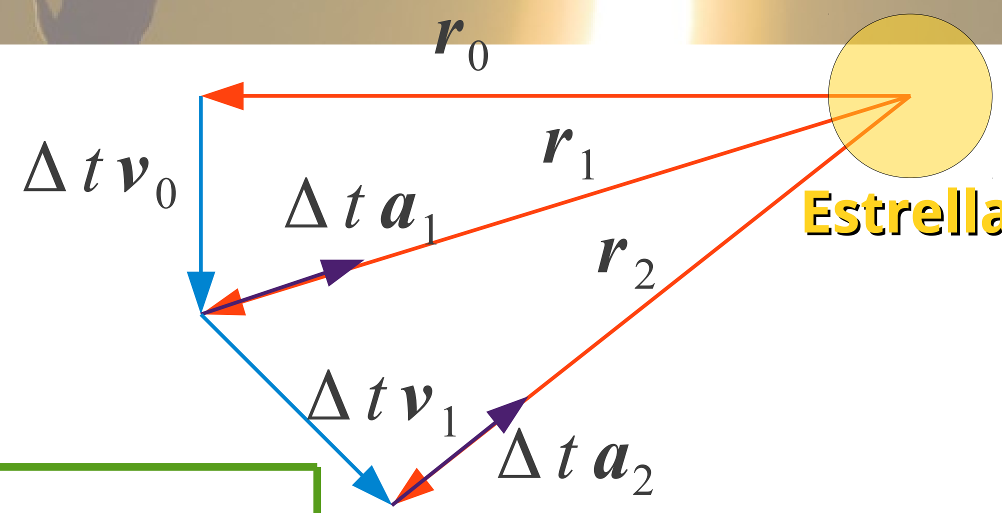
$$\bar{\boldsymbol{v}} = \left(0, -|\boldsymbol{v}_{AP}|\right)$$



En el episodio anterior...

$$\Delta t = \frac{T}{1000} = \text{cte}$$

Datos: $\boldsymbol{r}_{i=0}; \boldsymbol{v}_{i=0}$



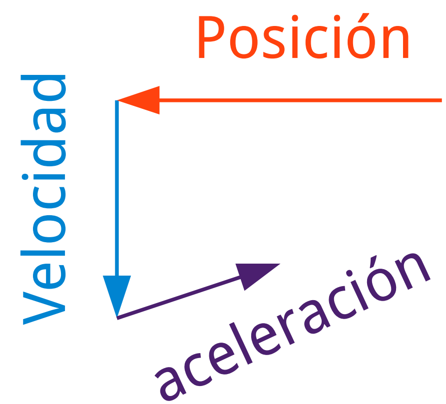
Imprimo $\boldsymbol{r}_i$

Calculo: $\boldsymbol{r}_{i+1} = \boldsymbol{r}_i + \Delta t\, \boldsymbol{v}_i$

Calculo: $\boldsymbol{a}_{i+1} = -\left(\frac{GM}{|\boldsymbol{r}_{i+1}|^2}\right) \hat{r}_{i+1}$

Calculo: $\boldsymbol{v}_{i+1} = \boldsymbol{v}_i + \Delta t\, \boldsymbol{a}_{i+1}$

itero i=0...1000



Notar: $\boldsymbol{a}_{i+1} = -\left(\frac{GM}{|\boldsymbol{r}_{i+1}|^3}\right) \boldsymbol{r}_{i+1}$

Una de las moralejas de esta materia:

Sea físico y conviértase en el alma de las fiestas

"¿Cómo es posible que para llegar a la Luna necesitaron el Saturno V y para volver un motor tan chiquito?"

Poniendo en contexto...

Una buena respuesta...

“Para llegar a la Luna hacen falta 500 años de ciencia y millones de mentes humanas. Para inventarse que no se llegó basta con un gilipollas”

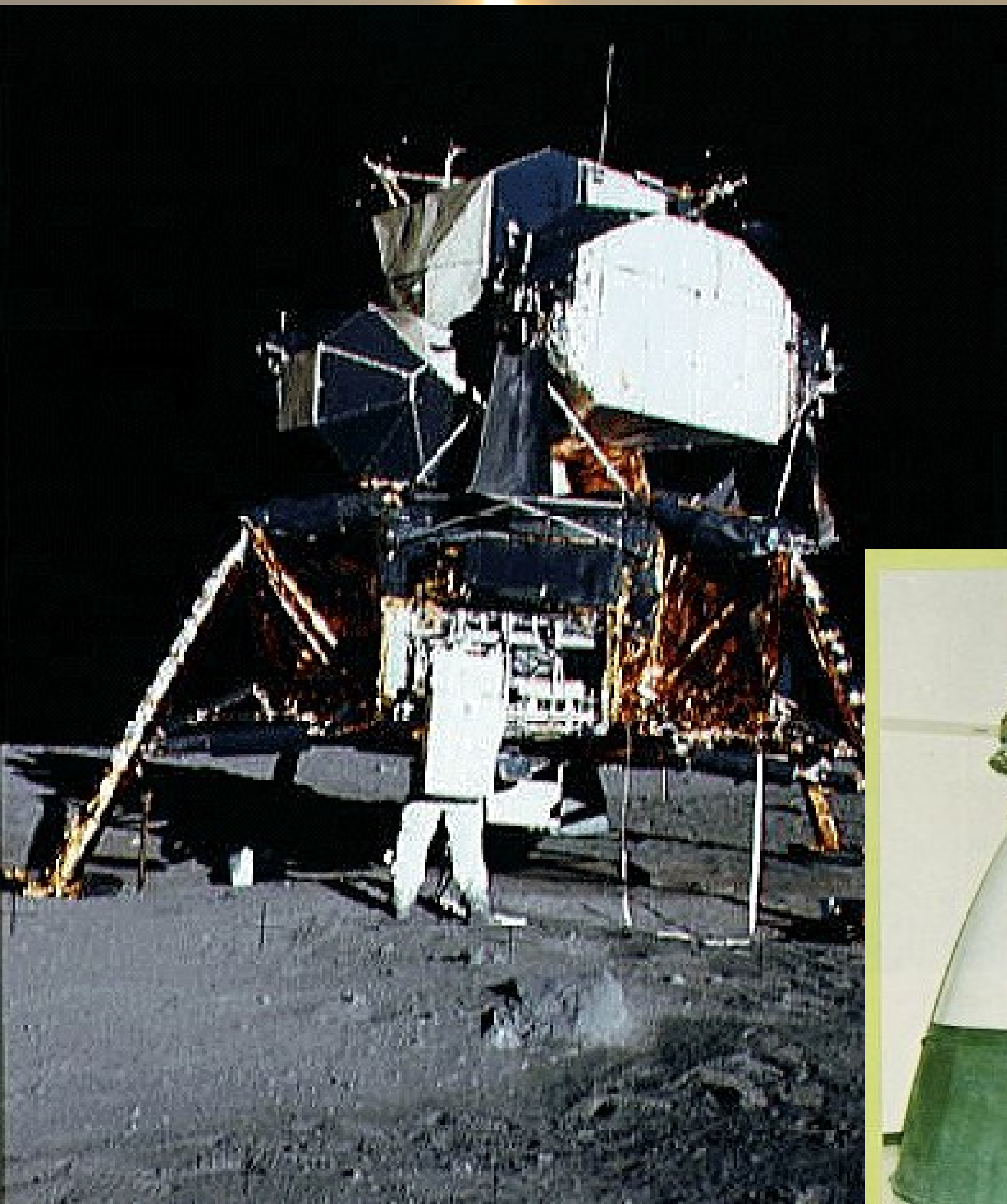
Visto en Microsiervos, *http://goo.gl/MB6FI*

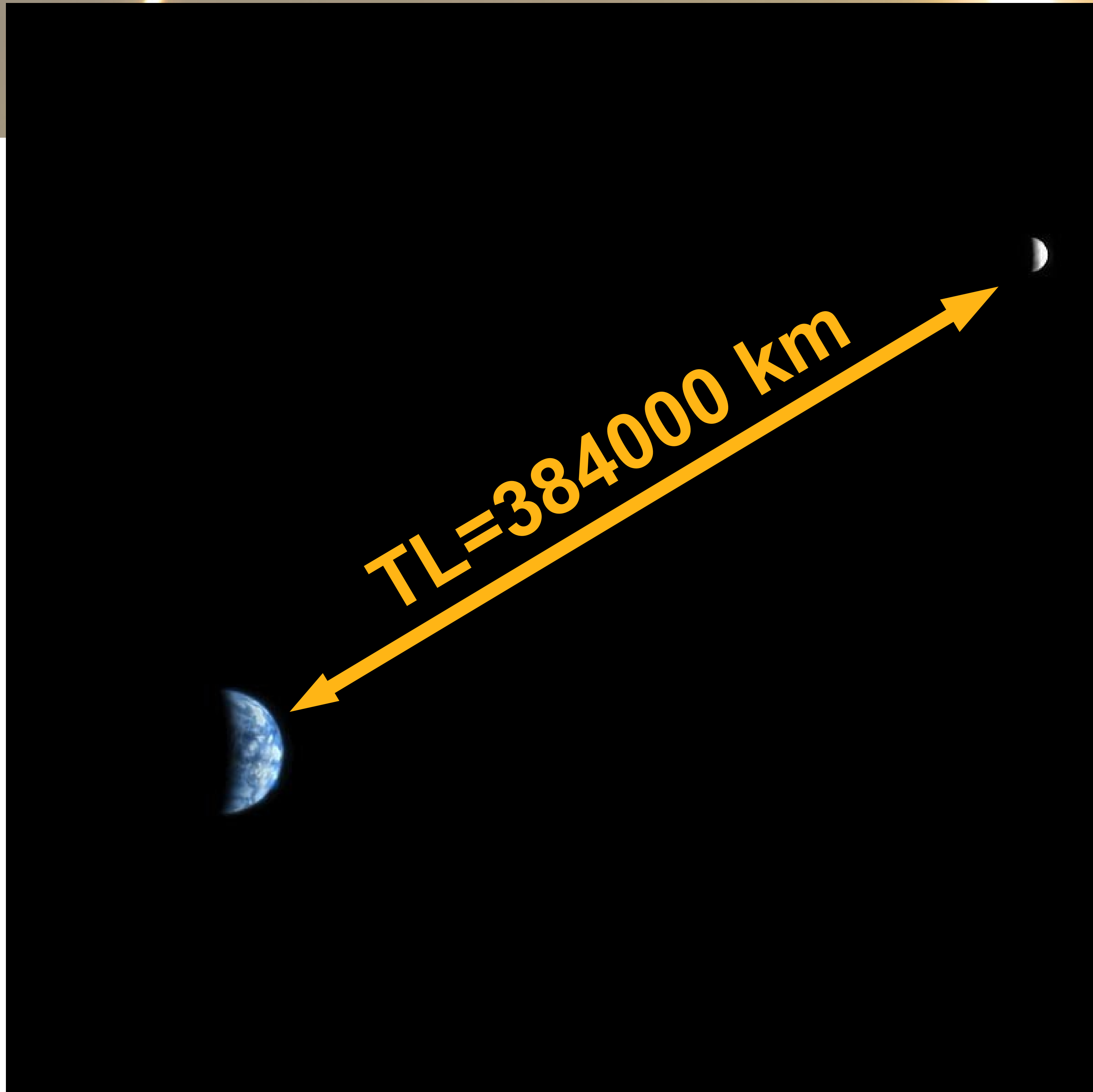
Fly me to the moon

Saturno V, un cohetito: 110.6 m altura, 10 m diám, 2900 Ton

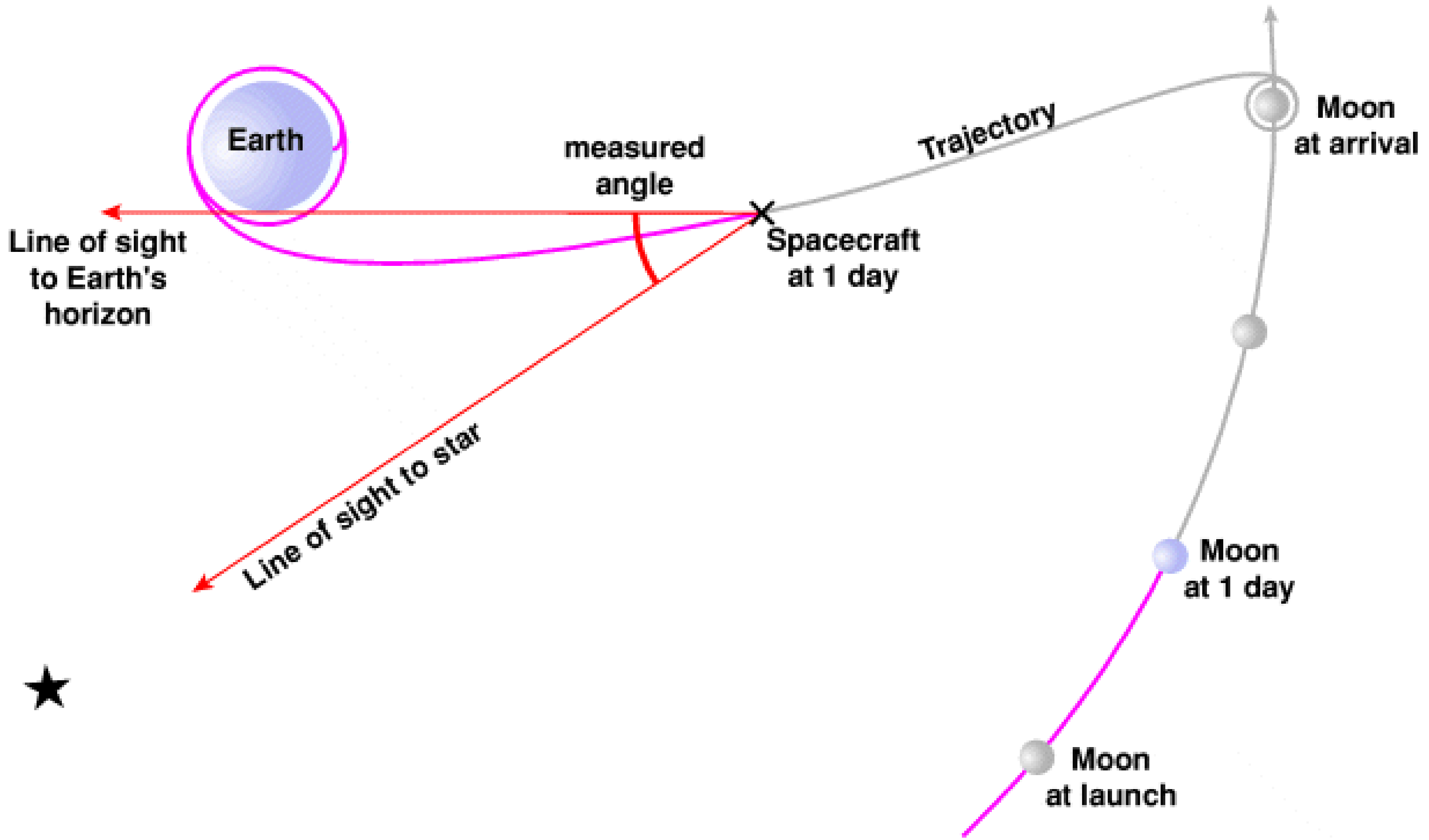
Empuje: 3.34×10^7 N

El módulo lunar (Eagle y Columbia)




TL=384000 km

Trayectoria de ida y vuelta



Pregunta:

¿Hasta dónde **“sube”** un cuerpo lanzado desde La Tierra en dirección a la Luna?

ó

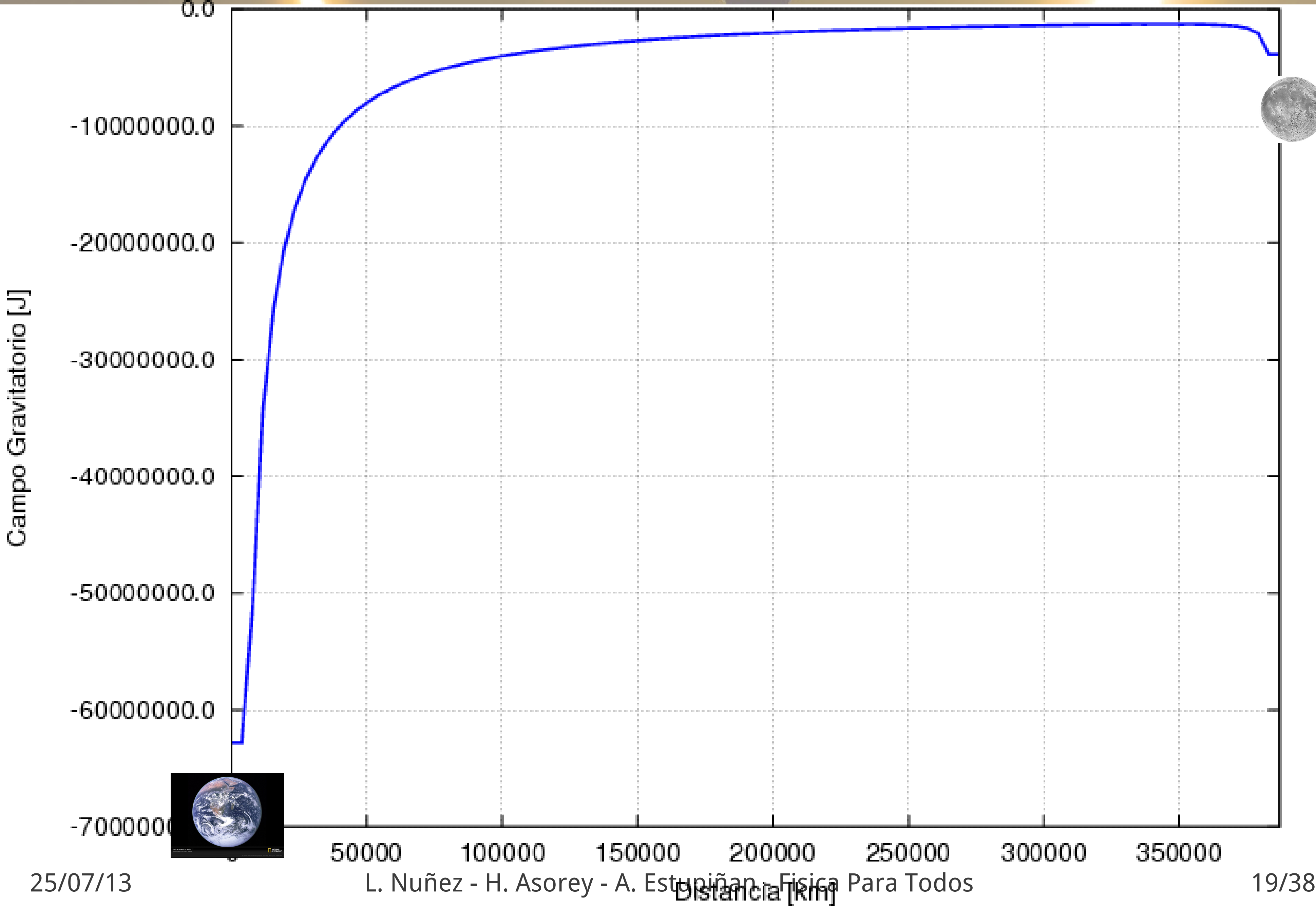
¿Cuándo ese cuerpo comienza a **“caer”** en la Luna?

Respuesta:
(Aproximada)

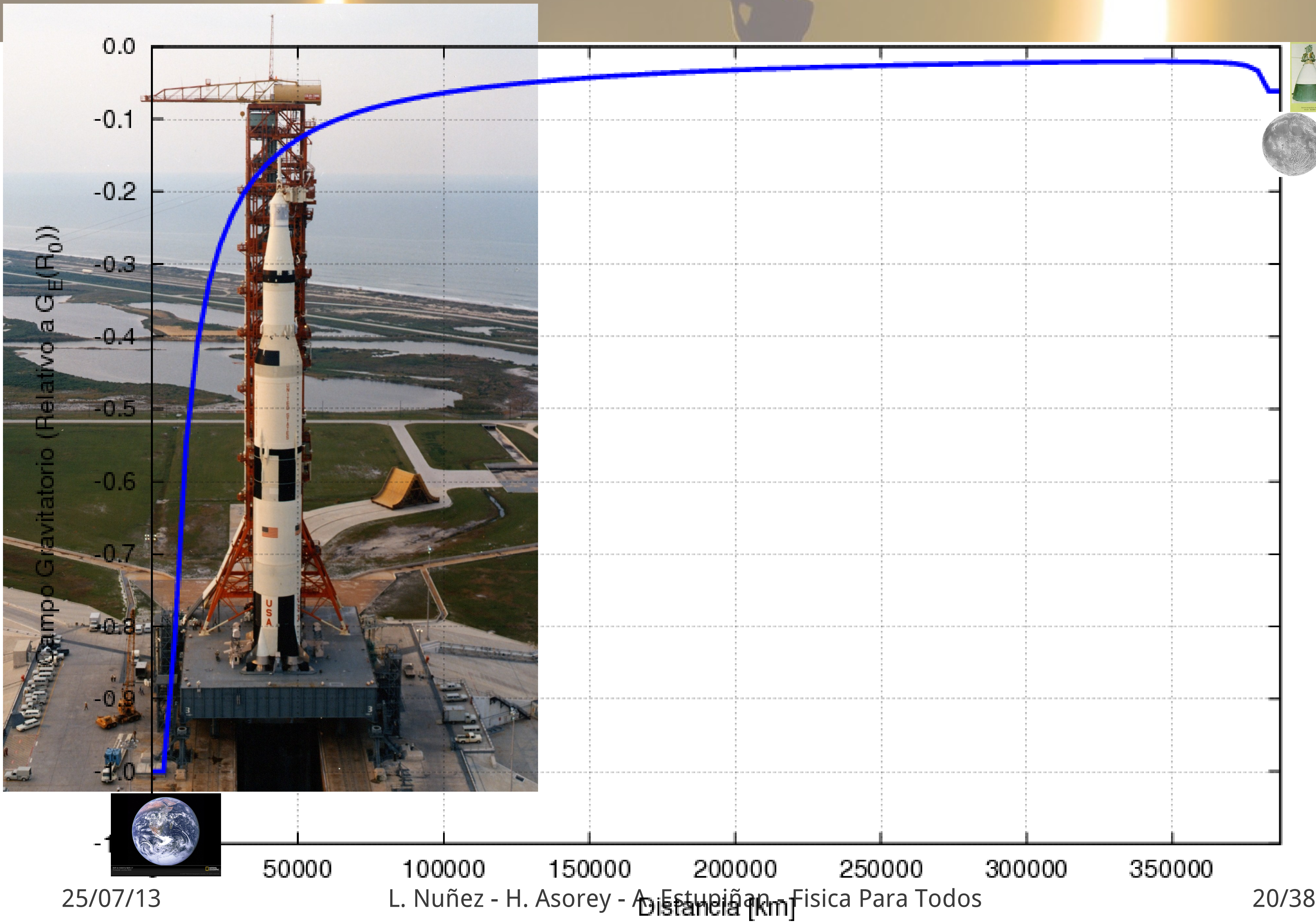
Hay un punto de equilibrio, donde las fuerzas de atracción gravitatorias que la Tierra y la Luna ejercen sobre el cuerpo se igualan

Veamos...

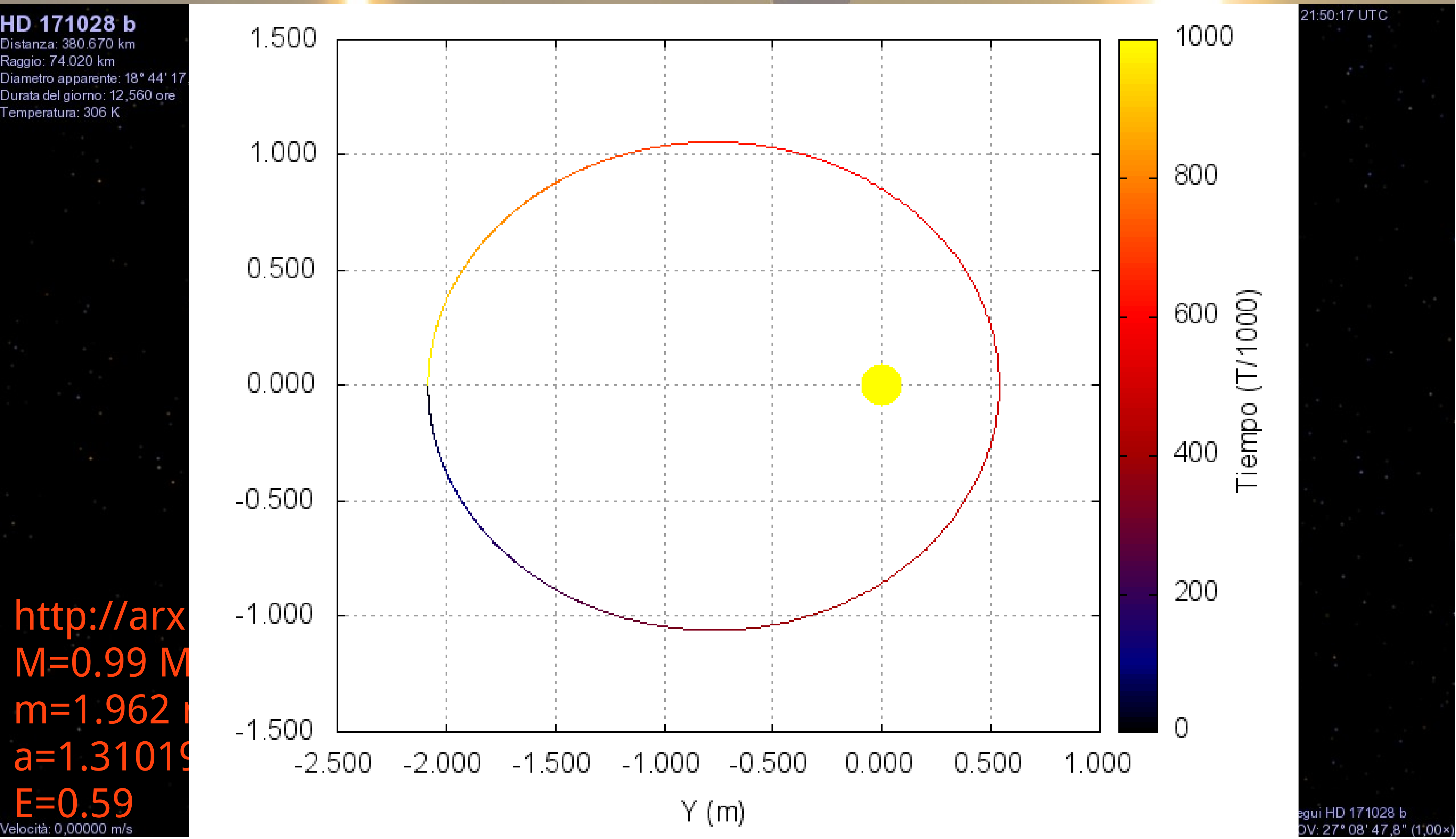
“Pozo de Potencial”



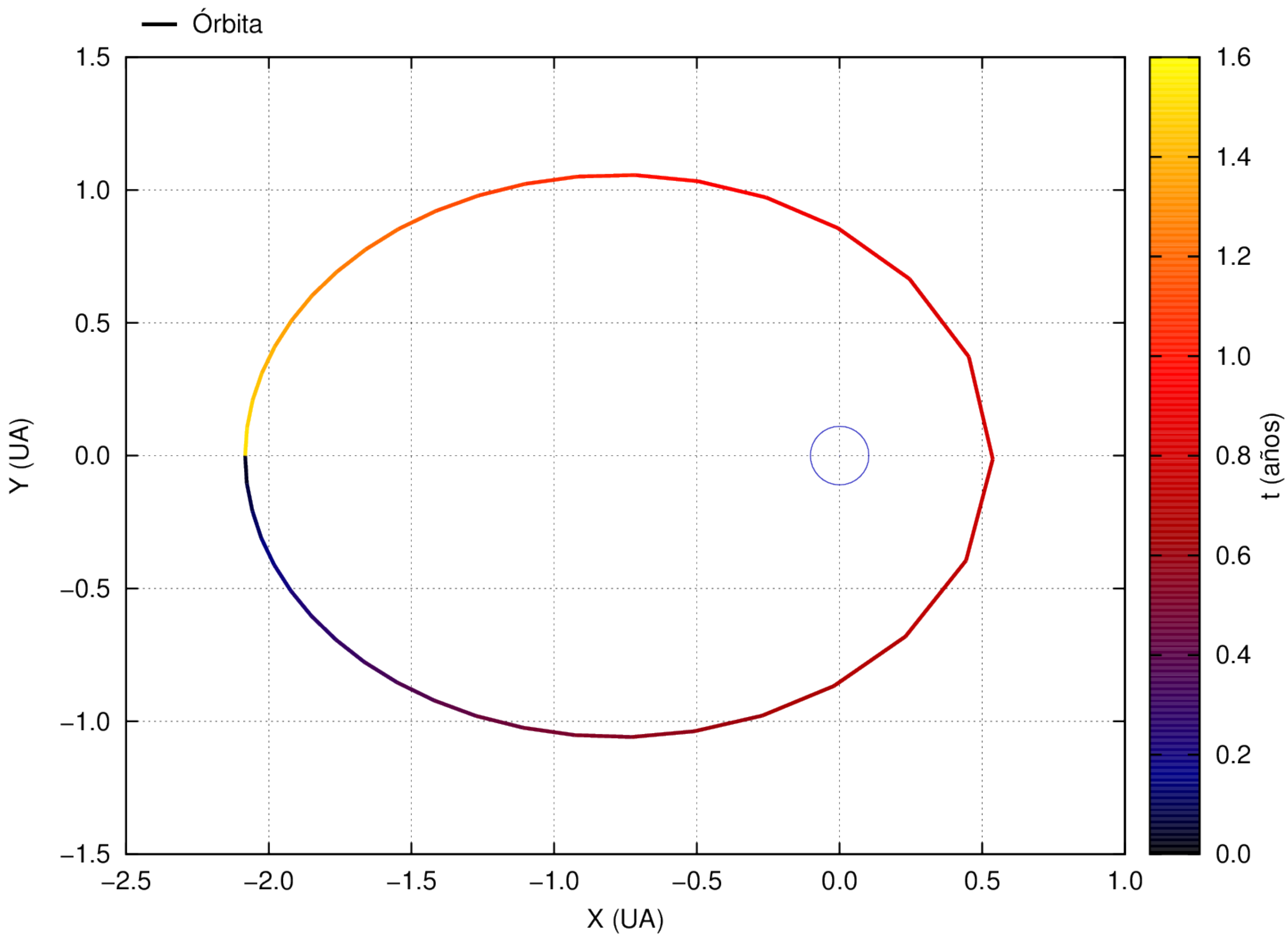
“Pozo de Potencial”



Algo más "tangible"

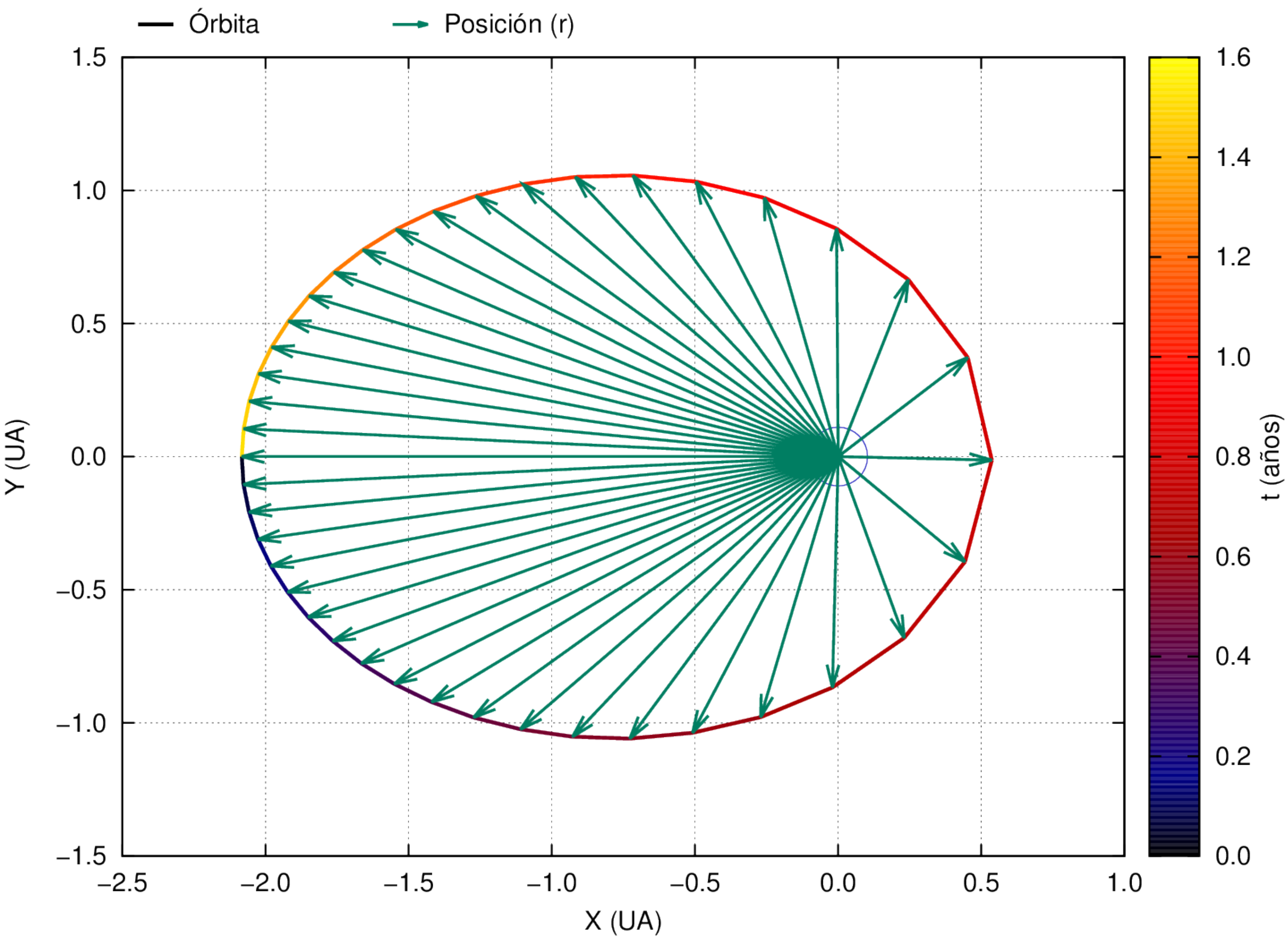


Órbita

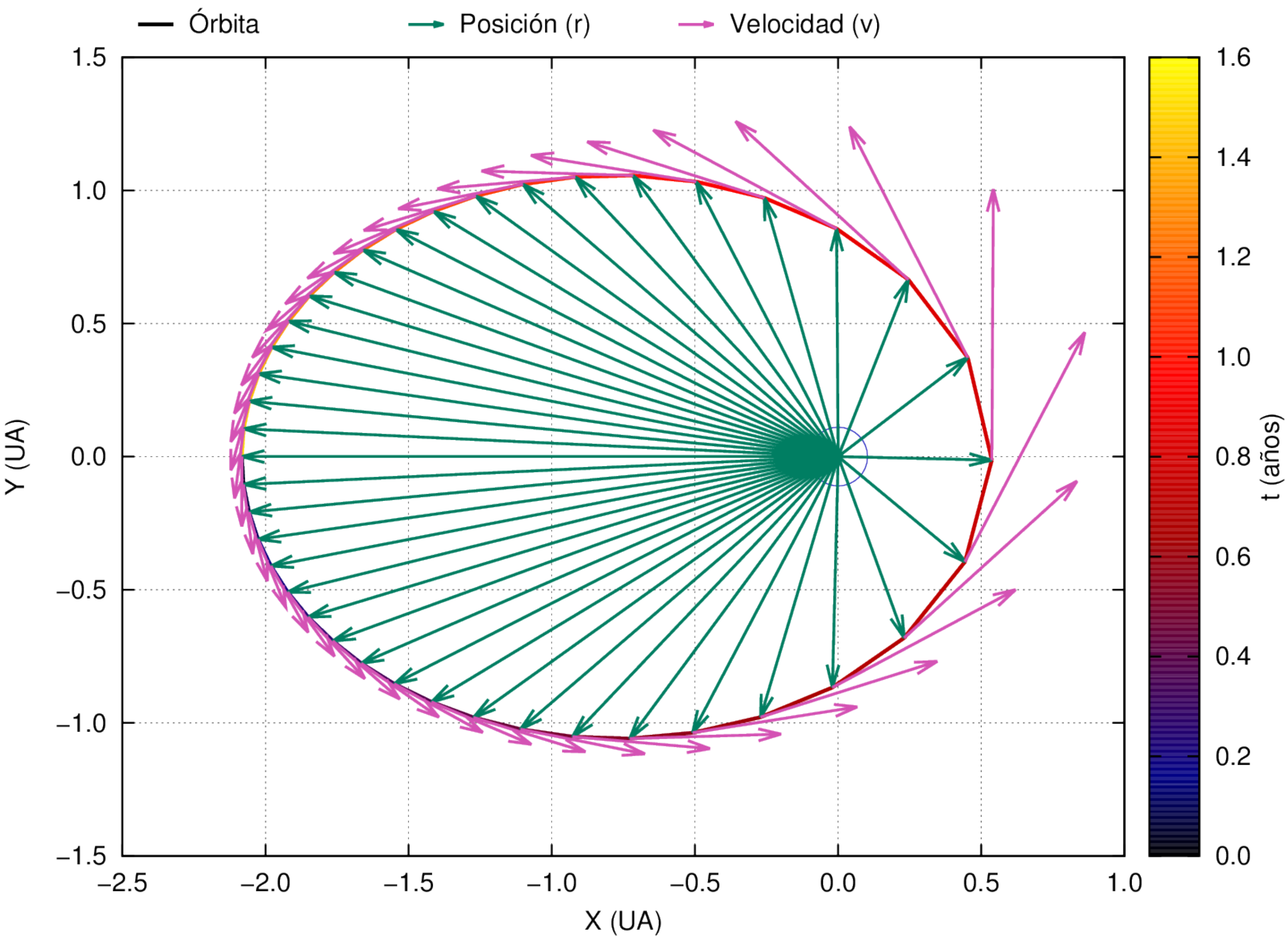


Órbita
1.5
1.0
0.5
0.0
−0.5
−1.0
−1.5
Y (UA)
−2.5
−2.0
−1.5
−1.0
−0.5
0.0
0.5
1.0
X (UA)
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
t (años)

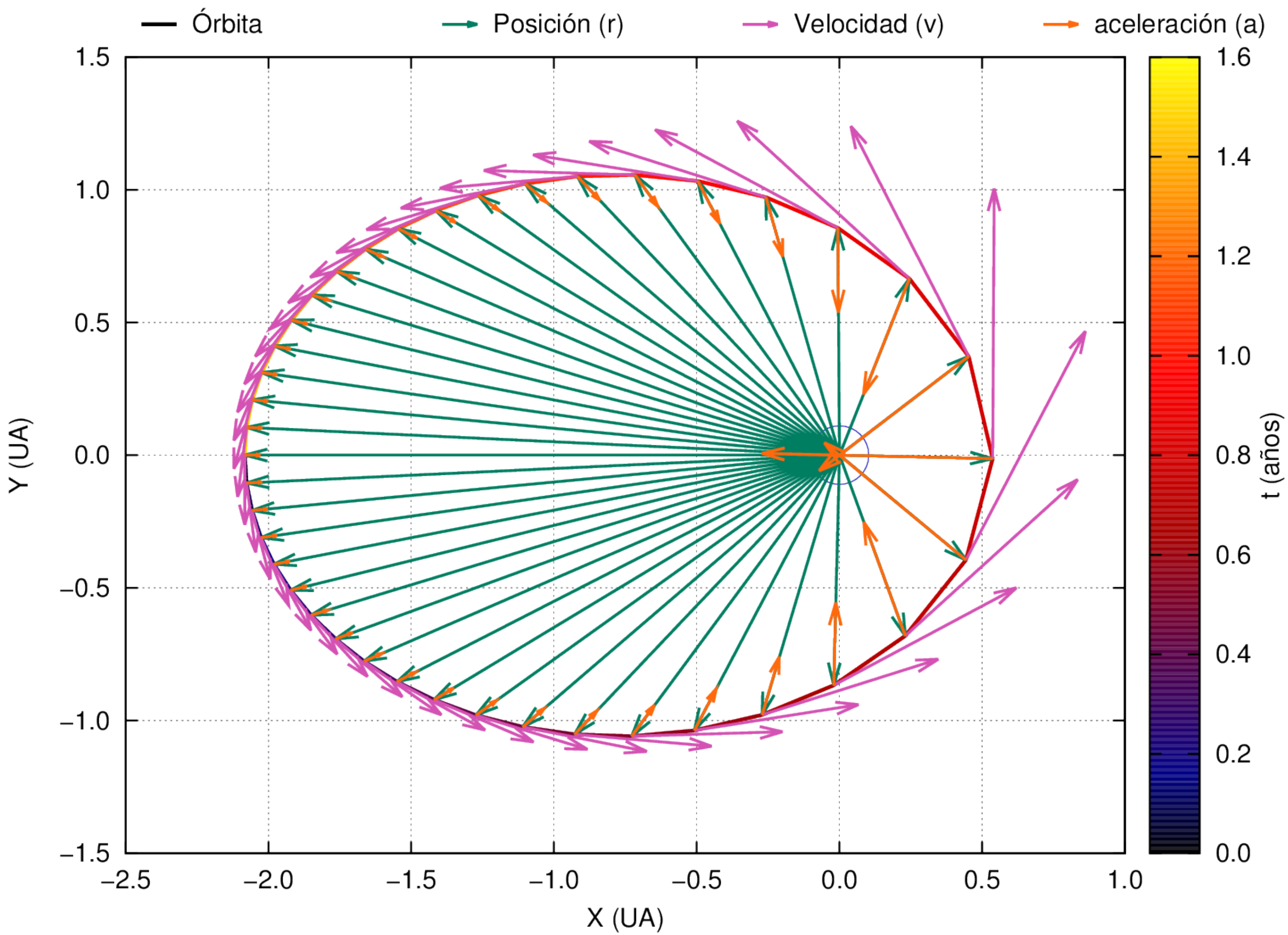
Órbita+posición



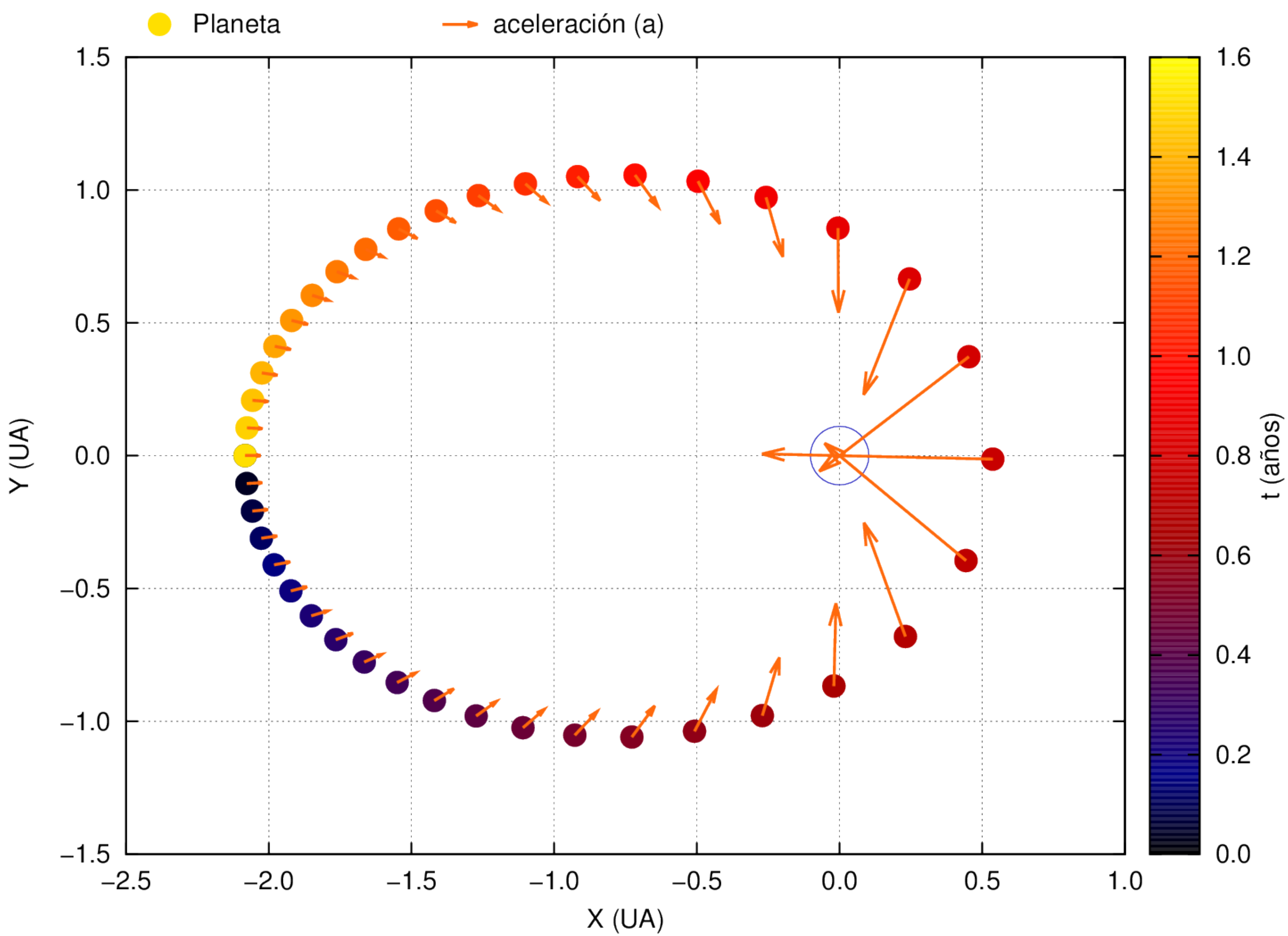
Órbita+posición+velocidad



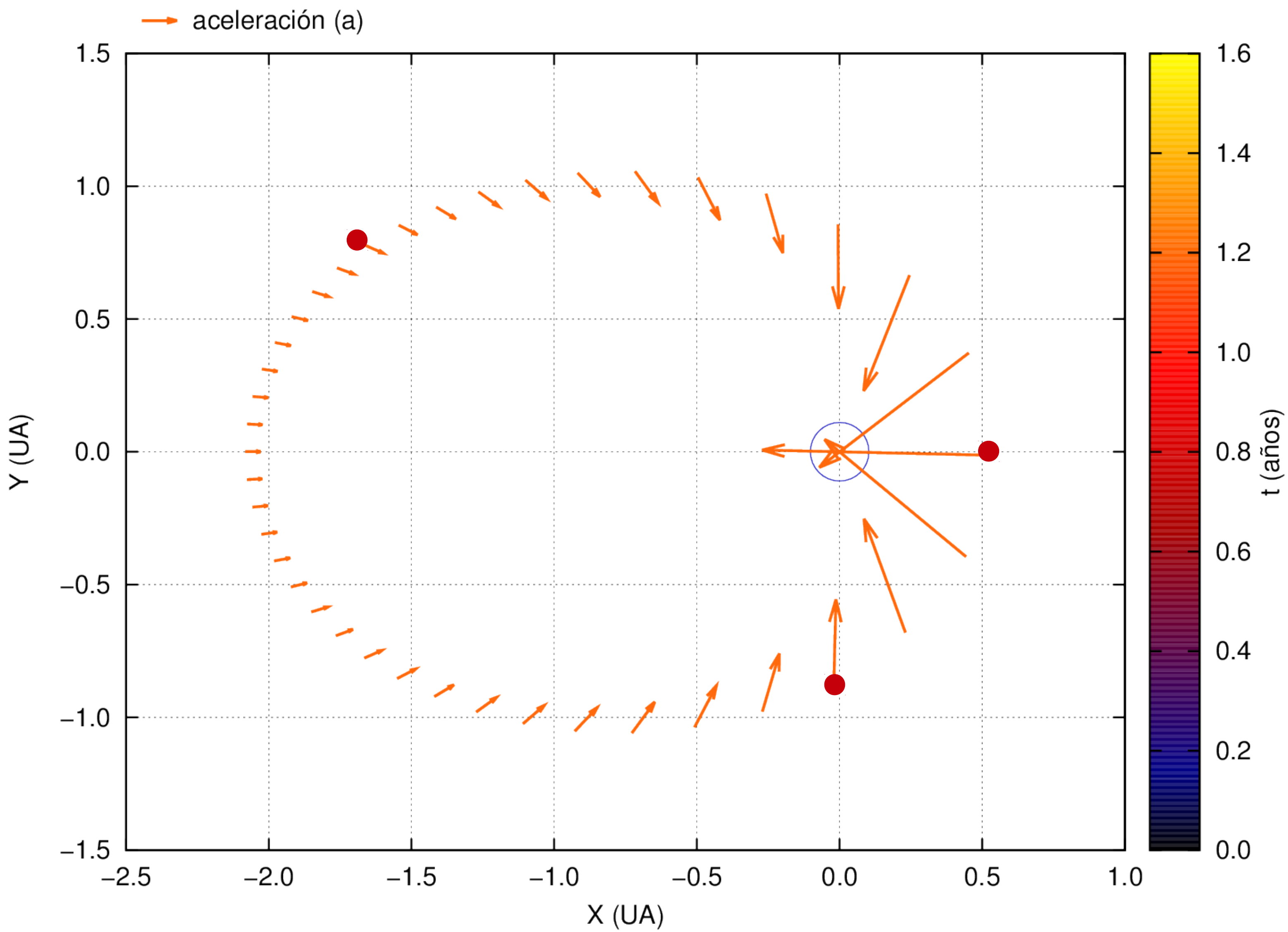
Órbita+posición+velocidad+aceleración



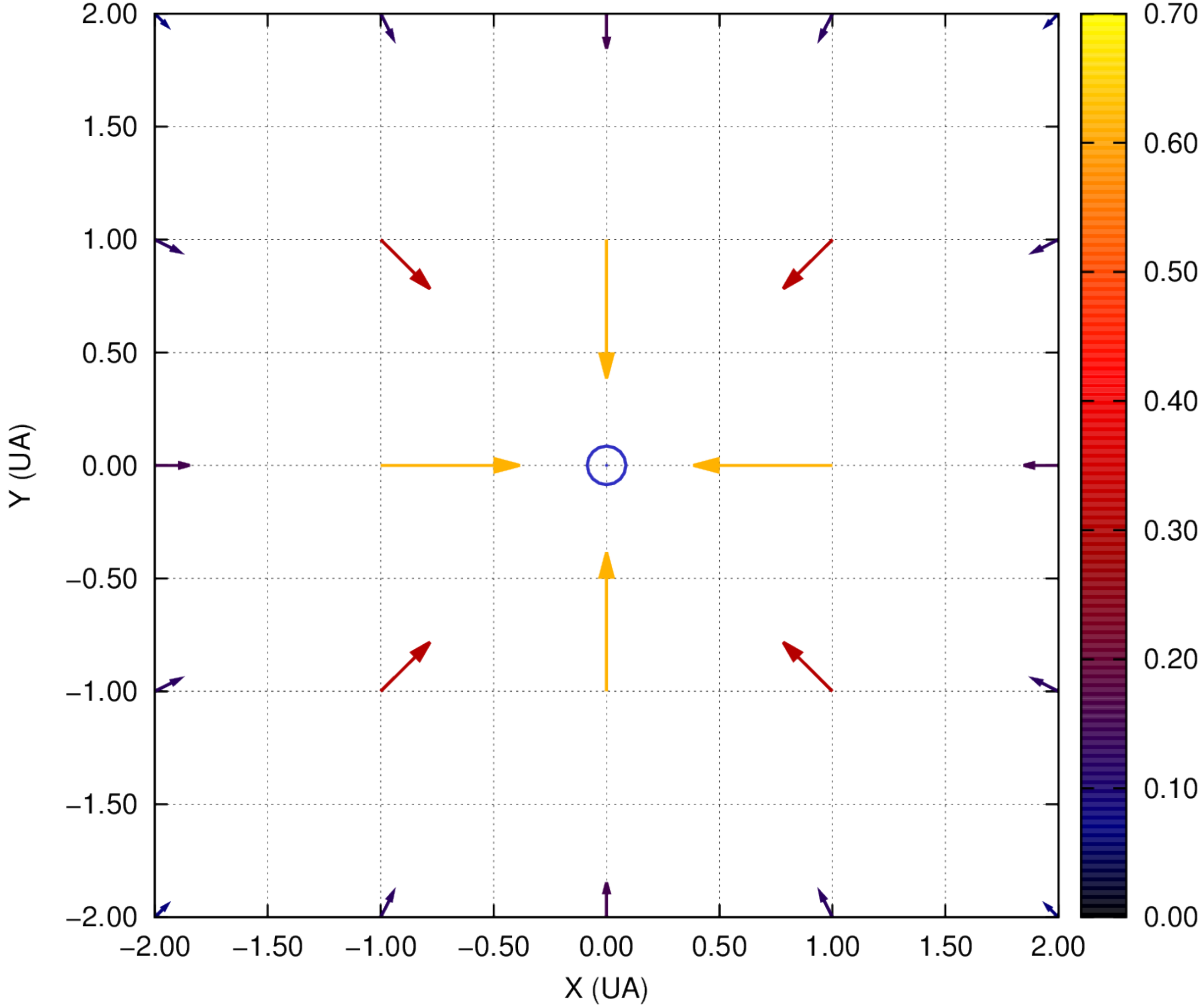
planeta+aceleración



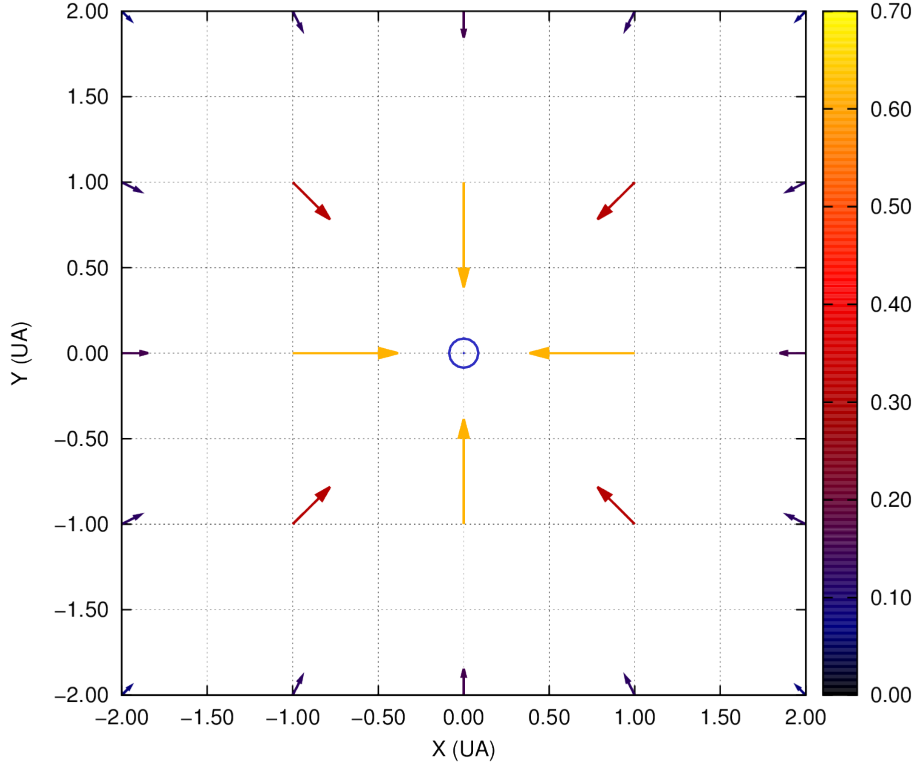
masa de prueba



Muevo la masa de prueba en el plano z=0



Muevo la masa de prueba en el plano z=0



$$F(r)=\frac{G\,M\,m}{|r|^2}\hat{r}$$

$$F(r)=m\left[\left(\frac{G\,M}{|r|^2}\right)\hat{r}\right]$$

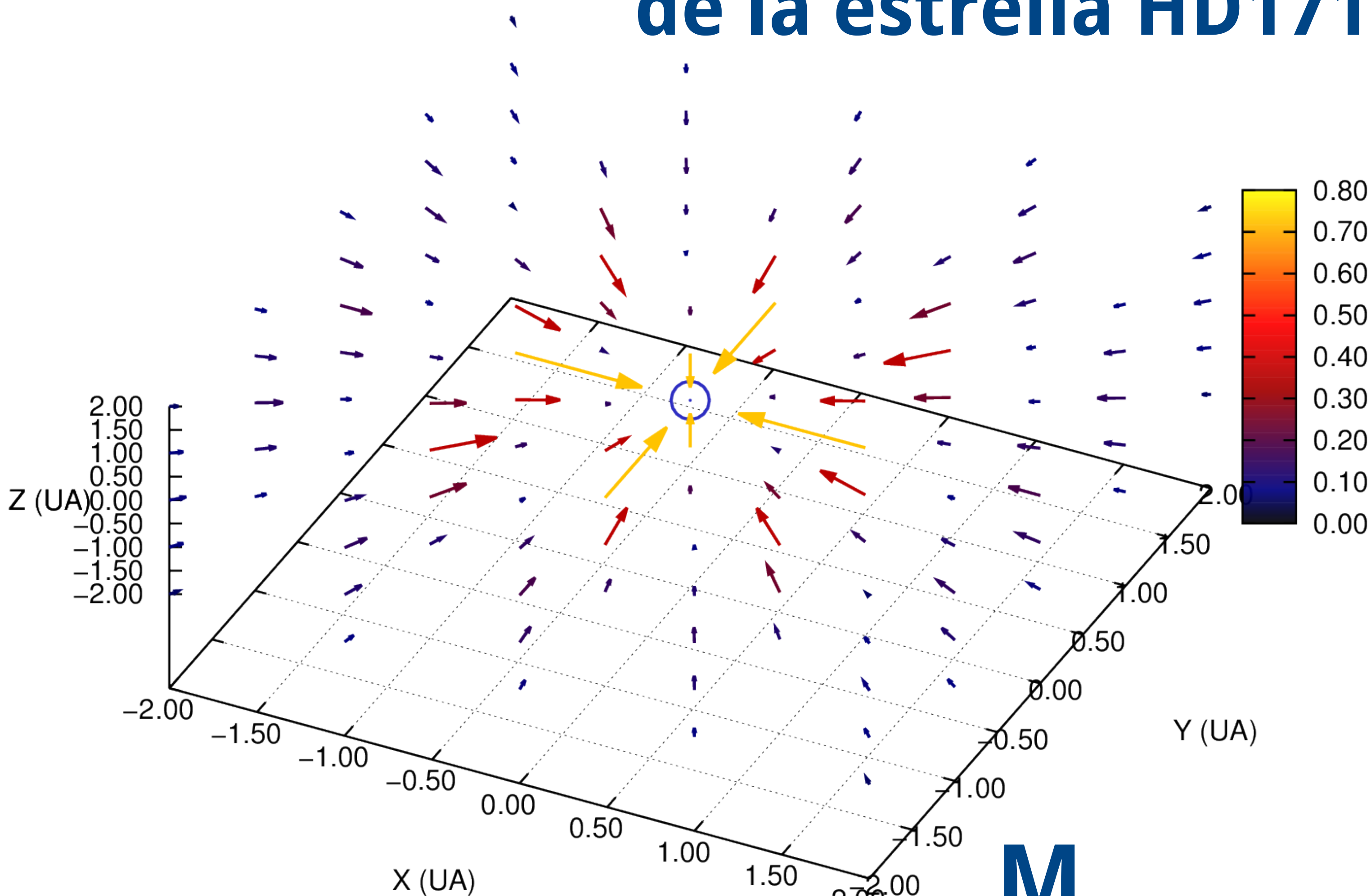
$$F(r)=m\,g(r)$$

$$\boxed{g(r)=\left(\frac{G\,M}{|r|^2}\right)\hat{r}}$$

g(r) es un *campo vectorial*.
A cada punto **r** del espacio le asigna el vector **g(r)**

Campo gravitatorio

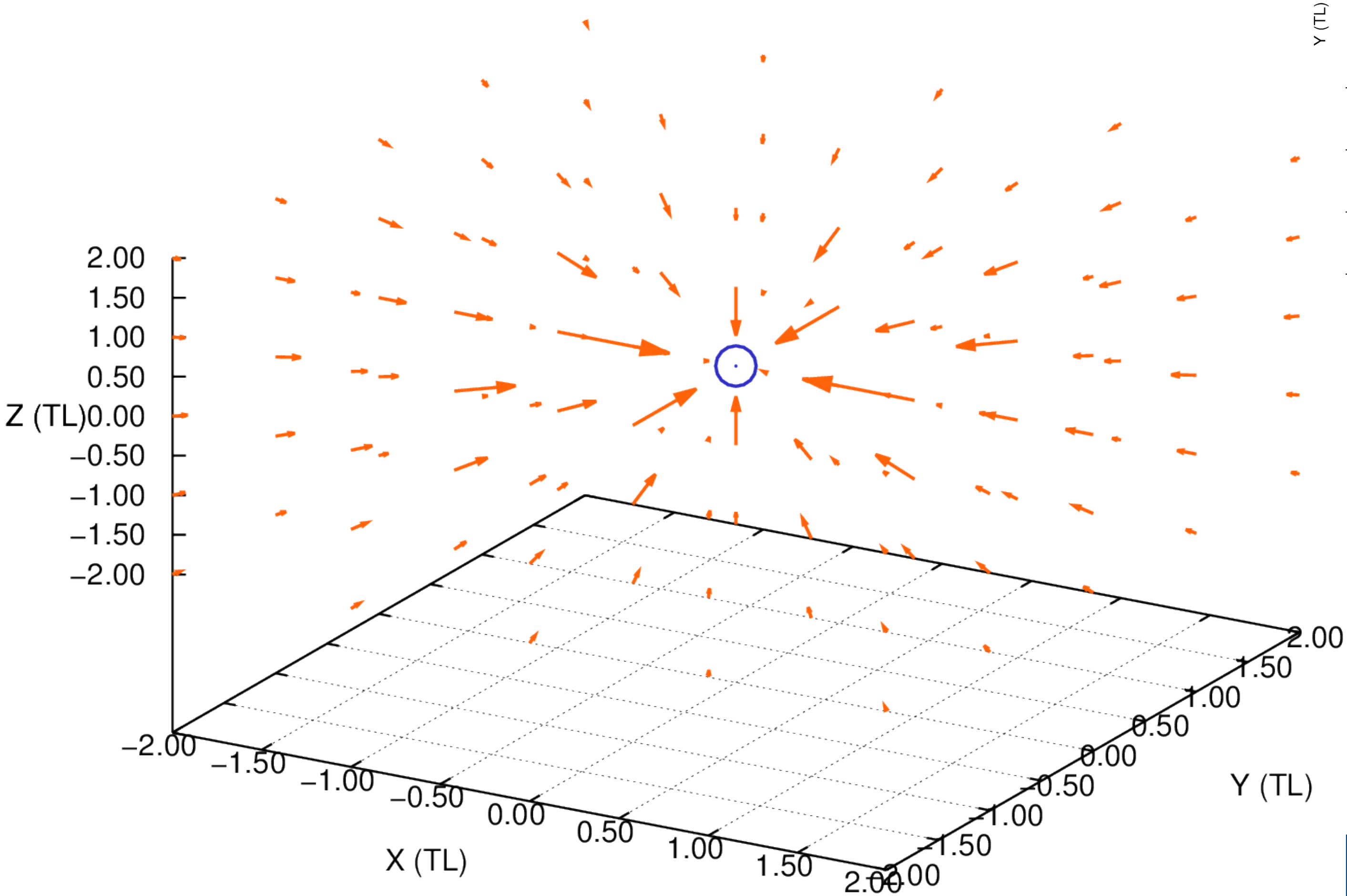
g(r) representa al campo gravitatorio de la estrella HD171028D

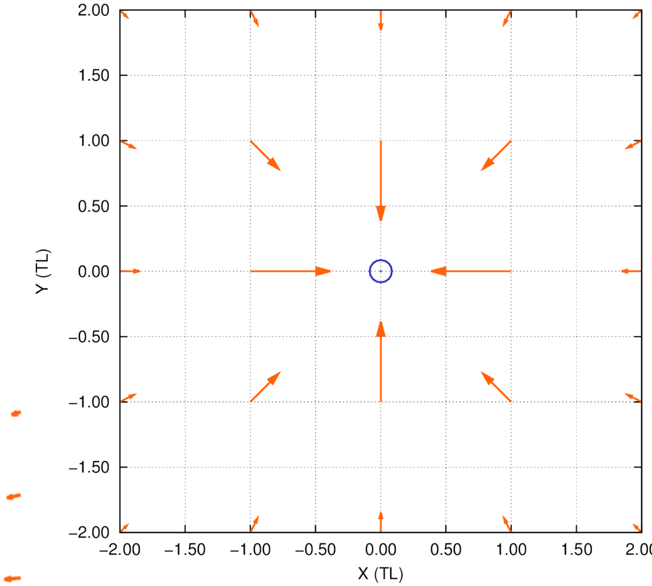


$$M_{HD171028D}=0.99\ M_S$$

campo gravitatorio terrestre

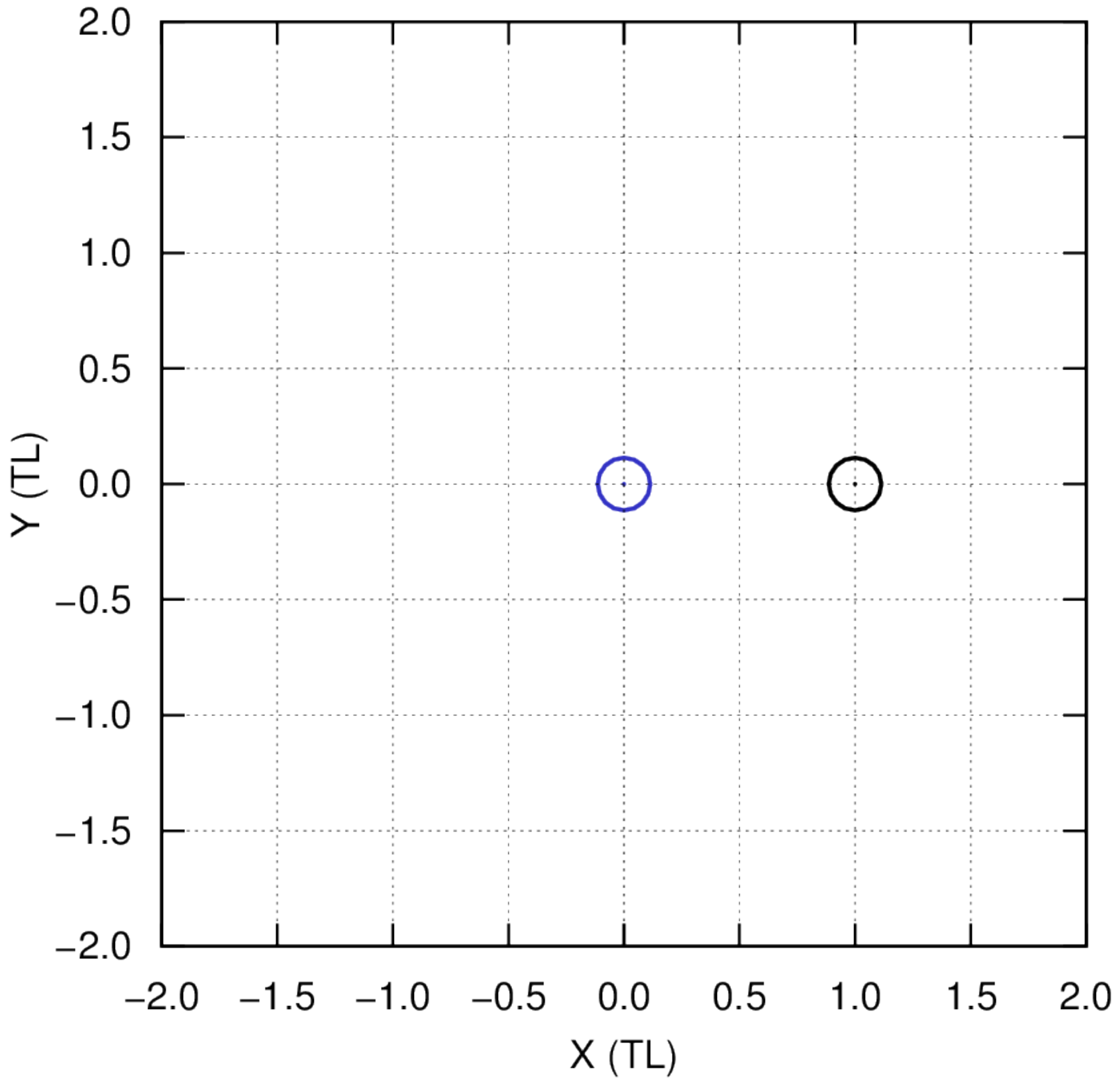
(TL=dist. Tierra-Luna)





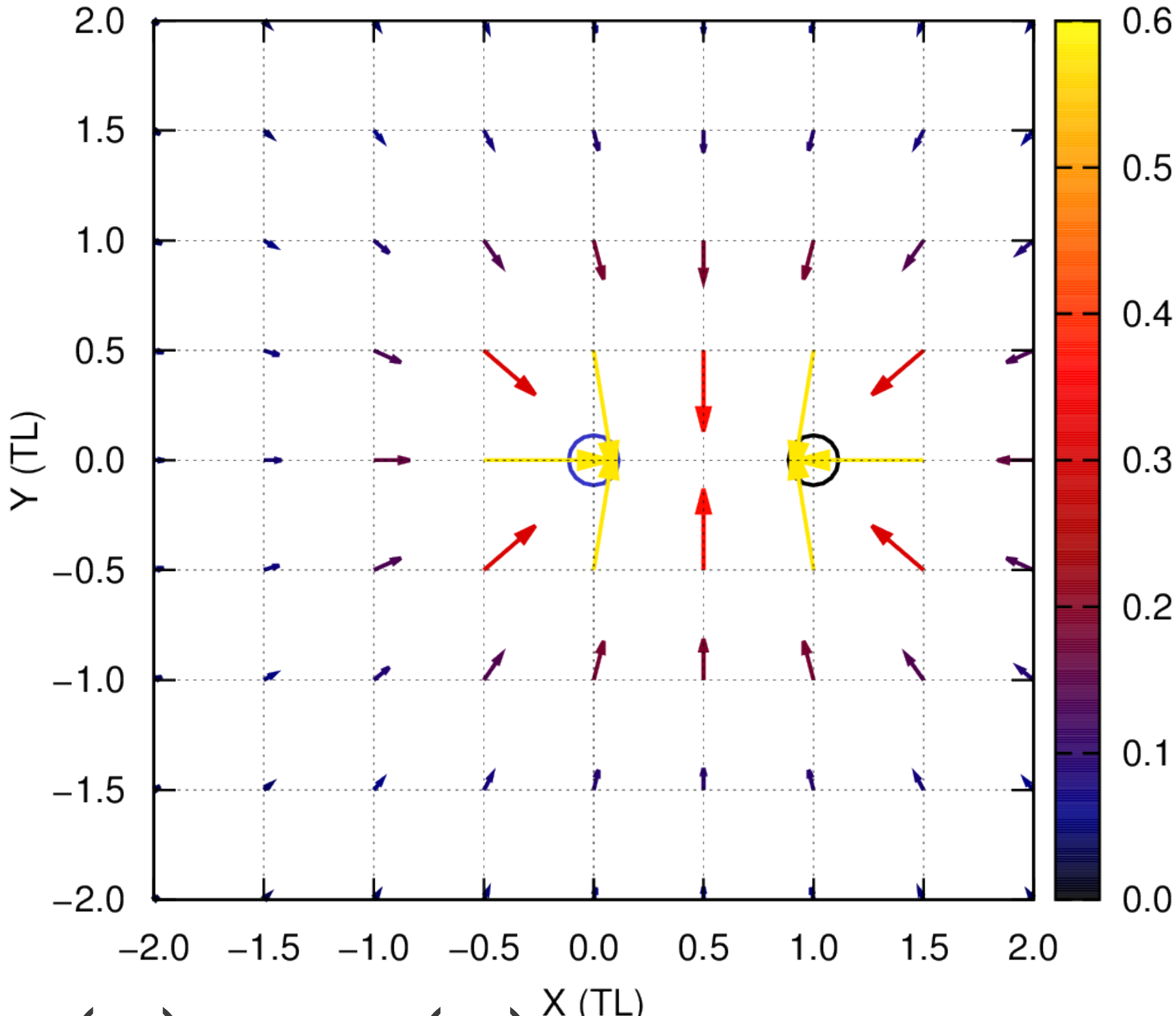
$M_T = 6 \times 10^{24}$ kg

Dos Tierras a distancia TL



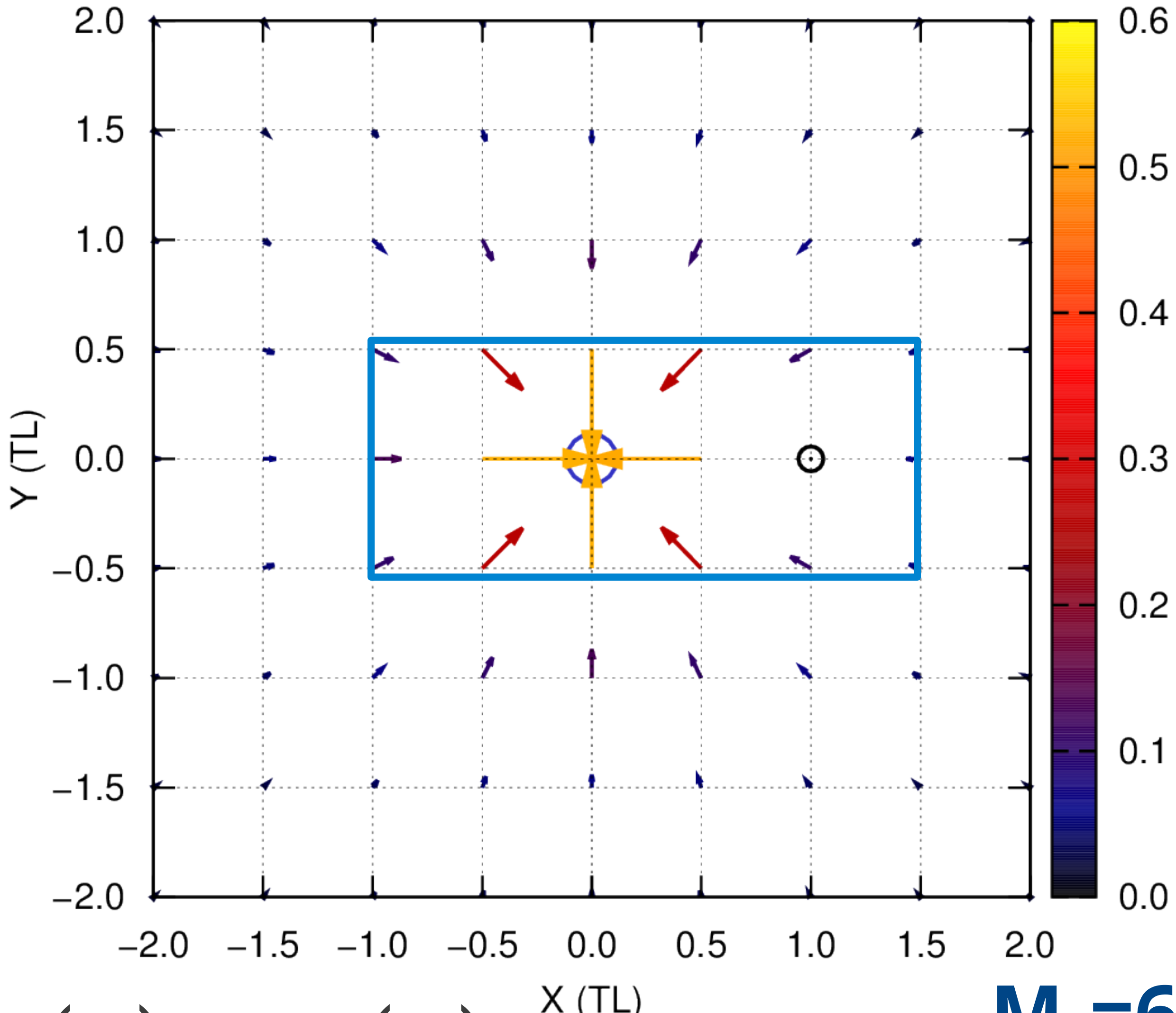
$M_T = 6 \times 10^{24}$ kg

Campo gravitatorio “2 Tierras”



$$g(r) = g_{T1}(r) + g_{T2}(r)$$

Campo gravitatorio sistema Tierra-Luna

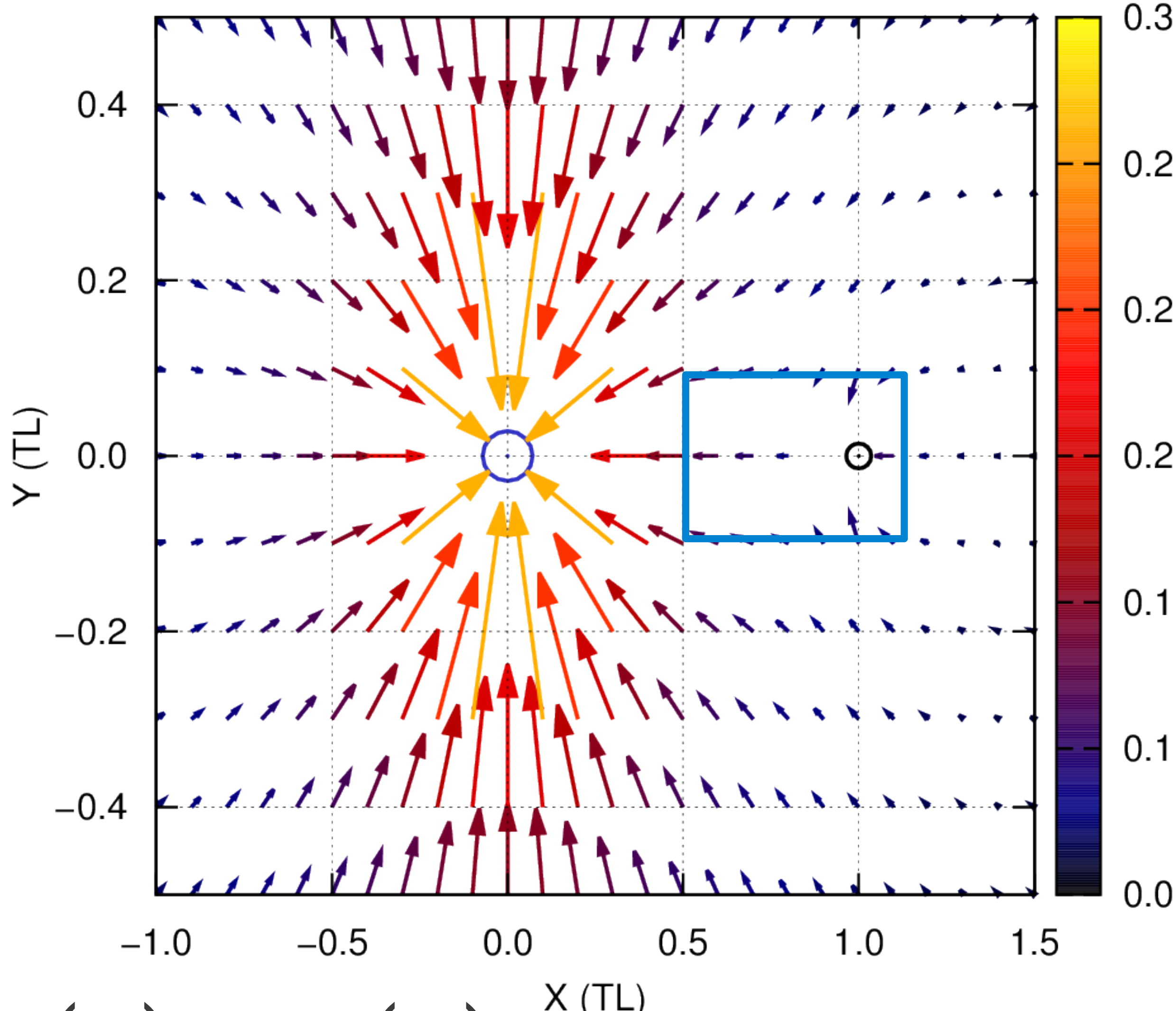


$$g(r) = g_T(r) + g_L(r)$$

M_T=6x10^{24} kg

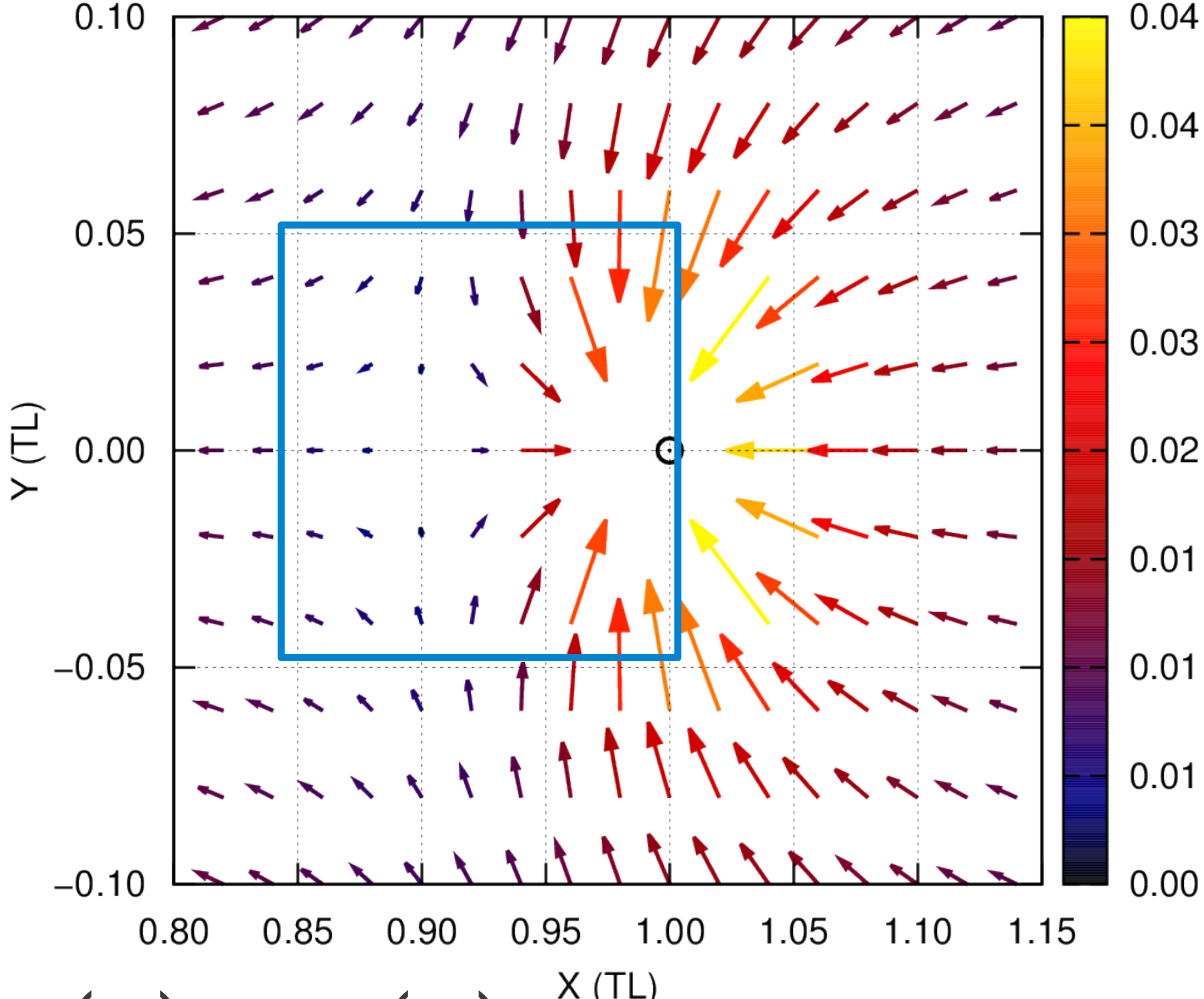
M_L=0.012 M_T

Campo gravitatorio sistema Tierra-Luna



$$g(r) = g_T(r) + g_L(r)$$

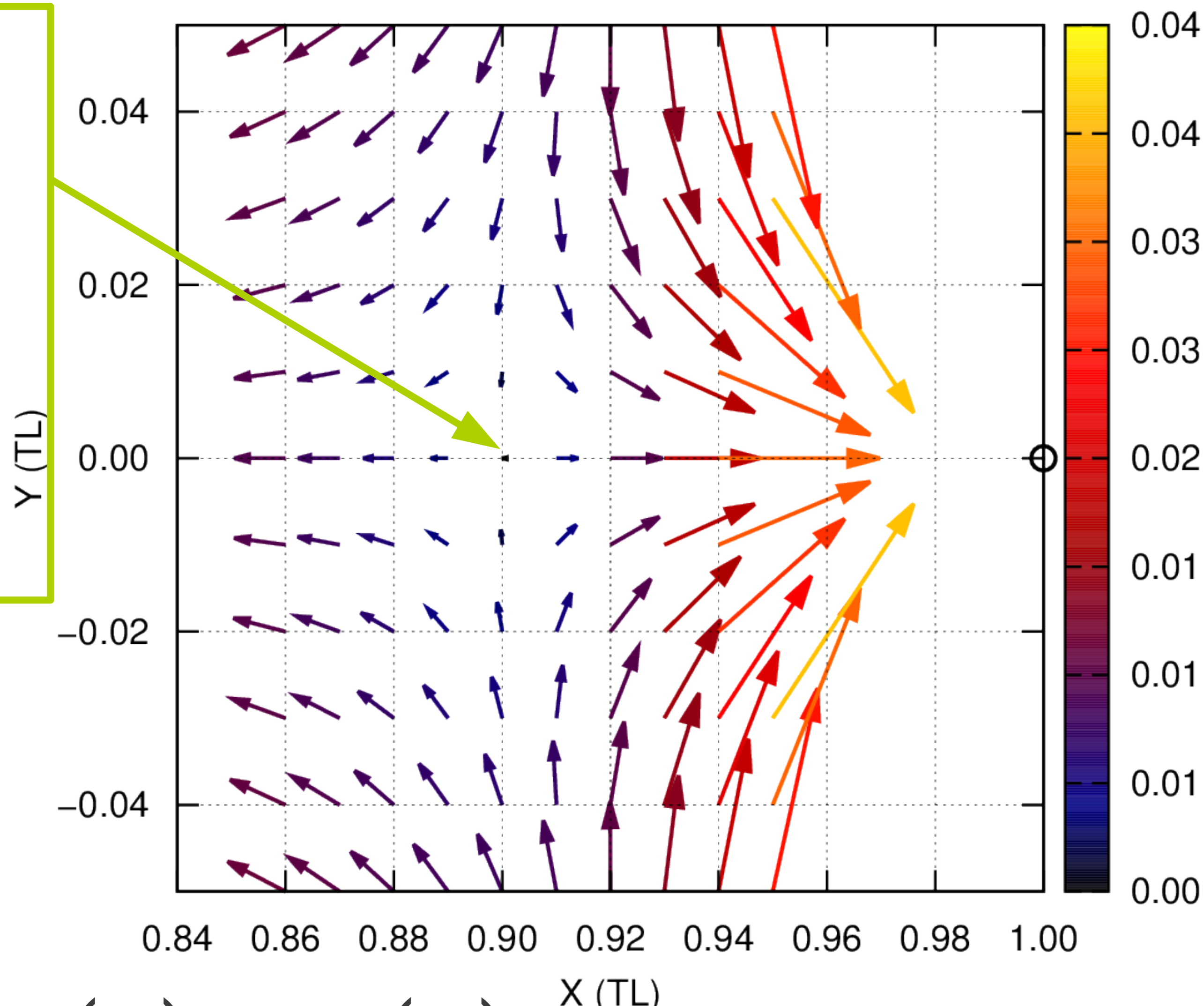
Campo gravitatorio sistema Tierra-Luna



$$g(r) = g_T(r) + g_L(r)$$

Campo gravitatorio sistema Tierra-Luna

Hasta aquí subo desde la Luna, luego empiezo a "caer" hacia la Tierra



$$g(r)=g_T(r)+g_L(r)$$

$$g(r)=0 \rightarrow |r|=0.91\,TL$$

Declaración

- **Todos** los cálculos fueron realizados utilizando variaciones menores de los ejemplos **python realizados en clase**
  - cálculo de fuerzas
  - suma de vectores
  - impresión de resultados
- Los gráficos se hicieron usando gnuplot
- **Tarea**:
  - hacer un código python que determine el campo gravitatorio del sistema Sol-Jupiter