

CÓDIGO

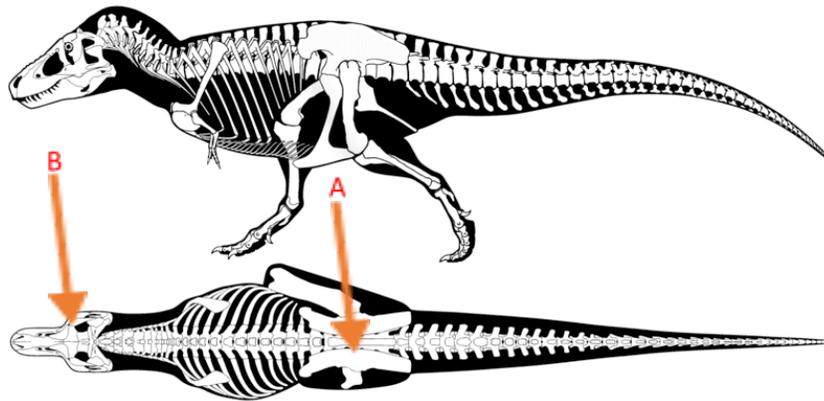
## PROBLEMA 2: FÍSICA EN LA PALEONTOLOGÍA (10 puntos)

La paleontología es una ciencia que estudia los seres vivos que habitaban la Tierra en el pasado. Como cualquier ciencia, la Física tiene varias aplicaciones en esta rama: encontrar la edad de fósiles, reconstruir la forma de los organismos, realizar análisis mecánicos, entender los procesos que llevaron a la extinción y evolución, etc. En este problema analizaremos una versión simplificada de dos de sus aplicaciones.

### Parte A: Esqueleto incompleto

Casi siempre que se encuentra un fósil, estos están incompletos, y en algunos casos apenas se encuentran unos fémures o costillas. Por lo tanto, para realizar estimaciones de tamaño y longitud es una tarea complicada. Para realizar estas, se debe realizar estimaciones de los huesos faltantes y reconstruir basado en un registro de varios fósiles. En esta parte analizaremos una situación más simple.

Supongamos que se ha encontrado un fósil de un espécimen de Tiranosaurio Rex al cual le falta totalmente su cola. La pelvis (Punto A por simplificación en la figura 1) es el punto sobre el cual el cuerpo del dinosaurio puede girar. Aproximaremos la cola como un cono horizontal de radio mayor (Punto A)  $r = 0.500\text{ m}$  y longitud  $L$ . El cuerpo del dinosaurio (No incluye la cola y piernas) se ha estimado que tiene un volumen de  $V_0 = 3.27\text{ m}^3$  con su centro de masa ubicado a una distancia  $x = 0.800\text{ m}$  de la pelvis, y ambas piernas ocupan un volumen



$V_1 = 3.17\text{ m}^3$ . Tome la densidad de masa de tejidos vivos como constante de valor  $\rho = 1.09 \times 10^3\text{ kg/m}^3$ .

A.1) Escriba una expresión algebraica para la masa de la cola y otra para la masa del cuerpo. (0.75 puntos)

A.2) Calcule la longitud de la cola  $L$ . (2 puntos)

A.3) Determine la masa del dinosaurio. (1.25 puntos)



CÓDIGO

**Nota:** Se tiene un cono de altura  $h$ , radio máximo  $R$ , y masa  $m$ . La altura del centro de masa  $h_{cm}$  (respecto a su base), volumen  $V$ , y el momento de inercia por unidad de masa  $\mu$  (respecto a un diámetro de su base) están dados por:

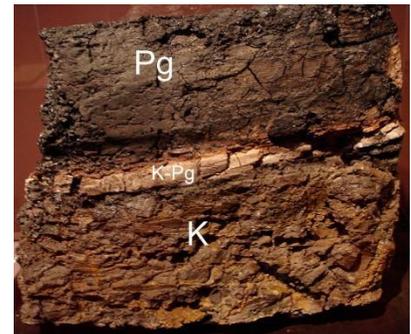
$$h_{cm} = \frac{1}{4}h; V = \frac{\pi r^2 h}{3}; \mu = \frac{1}{10}h^2$$

Una estrategia de ataque consiste en empujar con la cabeza a otros dinosaurios hacia los laterales. El torque necesario para realizar esta acción es proporcionado por su cadera. Suponga que un torque de la misma magnitud puede generar en la cola una aceleración angular  $\alpha$ . El punto desde el cual se aplica la fuerza es el punto B mostrado en la figura, a una distancia  $d = 3.80 \text{ m}$  de la pelvis.

A.4) Si la fuerza entregada es  $F$ , encuentre  $F/\alpha$ . (1.5 puntos)

## Parte B: ¿Qué extinguió a los dinosaurios?

La historia de la vida en la Tierra está escrita en las capas de rocas que se forman con el paso del tiempo. Sin embargo, hay una fina capa de arcilla en la cual los registros fósiles se interrumpen abruptamente, marcando el final de una era y el inicio de otra. Este punto se llama límite  $K/Pg$  (del Cretácico al Paleógeno), y ocurrió hace unos 65 millones de años. Fue entonces cuando los dinosaurios y muchas otras especies se extinguieron masivamente, en uno de los mayores misterios de la paleontología.



¿Qué causó esta catástrofe global? Una pista importante se encuentra en una fina capa de polvo que separa las rocas del Cretácico y del Paleógeno. Esta capa contiene cantidades muy altas de iridio, un metal raro en la Tierra, pero abundante en los asteroides y los cometas. Esto sugiere que un gran objeto espacial chocó con nuestro planeta, provocando un enorme cráter que luego se encontró siendo llamado Chicxulub, que se localiza cerca de la península de Yucatán, en México.

Para este problema, asumiremos que la superficie de la Tierra es totalmente esférica y simétrica de radio  $R_T$  y que la delgada capa de arcilla se extiende a lo largo del planeta con una densidad superficial de masa extra de iridio  $\sigma$ .

B.1) Escriba una expresión para la masa de iridio contenida en esa capa en todo el planeta. (1 punto)



CÓDIGO

B.2) Encuentre una expresión para la masa del asteroide asumiendo que es homogéneo con densidad de masa total  $\rho$ . La densidad de iridio en el asteroide es  $\rho_i$ . (2 puntos)

Basado en otras de colisiones de asteroides se puede estimar que la energía  $E$  liberada en el impacto en el cráter de Chicxulub. Únicamente para el siguiente inciso, tome en cuenta los siguientes valores:

Densidad de iridio en la división K-T	$\sigma = 1.13 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2$
Densidad de iridio en un asteroide	$\rho_i = 5.00 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^3$
Densidad de un asteroide	$\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$
Radio de la Tierra	$R_T = 6371 \text{ km}$
Energía liberada en el impacto	$E = 4.20 \times 10^{23} \text{ J}$

B.3) Estime la rapidez de impacto relativa a la Tierra. (1.5 puntos)