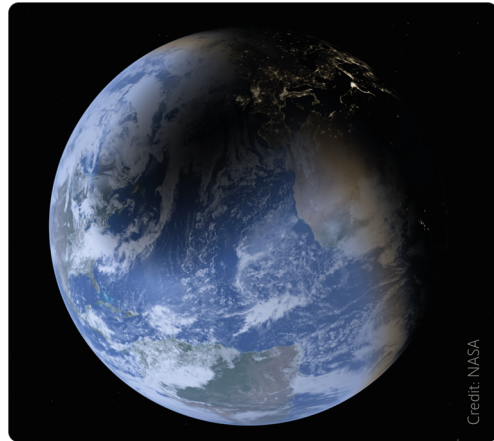


A7. Un eclipse solar ocurre cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, bloqueando total o parcialmente la luz solar y proyectando su sombra sobre la Tierra. Esta alineación solo es posible cuando la Luna está en fase de luna nueva. Existen tres tipos principales de eclipses solares: totales, cuando la Luna cubre por completo el disco solar; anulares, cuando la Luna aparece más pequeña y deja un anillo de luz solar visible; y parciales, donde la Luna solo oculta una parte del



Sol. El próximo 12 de agosto de 2026 tendrá lugar un eclipse solar total visible desde España. Se trata de un evento extraordinario, algo que no ocurre en nuestro país desde hace algo más de un siglo. Según datos obtenidos de la web *Eyes on the Solar System* (science.nasa.gov/eyes), a las 20:15 h del 12 de agosto los centros de la Tierra y la Luna se encontrarán a unos 366 700 km de distancia. En ese mismo instante, la distancia entre los centros de la Tierra y el Sol será de 151.6 millones de kilómetros.

En la imagen se observa una estrecha franja oscura sobre la región iluminada de la Tierra, correspondiente a la umbra de la Luna, que delimita la zona en la que el eclipse es total. Observamos cómo la península ibérica queda próxima a dicha franja, lo que explica que el fenómeno sea visible desde España.

a. ¿Cuántas veces mayor es la intensidad de la fuerza de atracción del Sol sobre la Luna que la de la Tierra sobre ella?

b. Considerando que los centros de los tres astros están alineados, determine el módulo de la fuerza resultante sobre la Luna.

c. En otras fases del ciclo lunar, la posición relativa de la Luna, la Tierra y el Sol es diferente. En particular, durante las fases de cuarto creciente o cuarto menguante, la Luna se encuentra en una situación denominada cuadratura, en la que el ángulo formado por las direcciones Tierra–Luna y Sol–Luna es aproximadamente de 90° .

En esta configuración, las fuerzas gravitatorias ejercidas por la Tierra y el Sol sobre la Luna son perpendiculares entre sí, lo que modifica tanto el módulo como la dirección de la fuerza resultante respecto al caso de alineación considerado en el eclipse. Utilizando las distancias Sol–Tierra y Tierra–Luna dadas, determine el módulo de la fuerza resultante sobre la Luna en la situación de cuadratura. ¿Qué ángulo forma la fuerza resultante sobre la Luna con la línea que une los centros de la Luna y el Sol?

d.) La Luna es la principal responsable de las mareas, ya que la variación del campo gravitatorio que produce sobre la Tierra es mayor que la debida al Sol.

Considere dos puntos de la Tierra situados sobre la recta que une su centro con el de la Luna: uno en el punto más cercano a la Luna y otro en el más alejado.

Tomando la separación entre los centros de la Tierra y la Luna igual a la correspondiente a las condiciones del eclipse, 366 700 km, calcule el incremento porcentual del campo gravitatorio que ejerce la Luna entre ambos puntos.

Datos: constante de gravitación universal: $G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$, masa del Sol: $M_S = 1.989 \times 10^{30} \text{ kg}$, masa de la Tierra: $M_T = 5.972 \times 10^{24} \text{ kg}$, masa de la Luna: $M_L = 7.349 \times 10^{22} \text{ kg}$, radio de la Tierra: $R_T = 6371 \text{ km}$.

Sol: a.) $F_{S-L}/F_{T-L} \approx 1.959$. b.) $F_L \approx 2.089 \times 10^{20} \text{ N}$.

Nota: $F_{S-L} \approx 4.267 \times 10^{20} \text{ N}$ y $F_{T-L} \approx 2.178 \times 10^{20} \text{ N}$.

c.) $F_L \approx 4.771 \times 10^{20} \text{ N}$ y $\theta \approx 27.16^\circ$. **Nota:** $F_{S-L} \approx 4.245 \times 10^{20} \text{ N}$ y $F_{T-L} \approx 2.178 \times 10^{20} \text{ N}$.

d.) El incremento es $\frac{g_c - g_l}{g_l} \cdot 100 \approx 7.197\%$.