

**Esquema de calificación - Física IB****Nivel Superior****Tipo:** Prueba 2**Puntuación máxima:** 18**Contenido:** Tema D.1 - Campos gravitatorios

Se aceptan métodos físicos equivalentes. Las respuestas que empleen de forma coherente un resultado anterior incorrecto pueden recibir los puntos posteriores correspondientes.

**1. Punto de equilibrio entre dos asteroides.** *Código: D.1. OE dominante: OE2/OE3.* [18](a) **A1** Vector  $\vec{g}_A$  dirigido desde  $P$  hacia  $A$ .**A1** Vector  $\vec{g}_B$  dirigido desde  $P$  hacia  $B$ .

[2]

(b) En el punto de campo nulo,

$$\frac{GM_A}{x^2} = \frac{GM_B}{(d-x)^2}.$$

Al tomar raíces y despejar,

$$x = \frac{d}{1 + \sqrt{M_B/M_A}}.$$

Así,

$$x = \frac{30 \text{ km}}{1 + \sqrt{2.0/8.0}} = 20 \text{ km}.$$

**M1** Igualdad de los módulos de los campos.**M1** Despeje correcto de  $x$ .**A1**  $x = 20 \text{ km}$  desde  $A$ .

[3]

(c) (i) Para el movimiento relativo de separación  $d$ ,

$$\omega^2 d = \frac{G(M_A + M_B)}{d^2}, \quad \omega = \sqrt{\frac{G(M_A + M_B)}{d^3}}.$$

$$\omega = \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11})(1.0 \times 10^{16})}{(3.0 \times 10^4)^3}} = 1.57 \times 10^{-4} \text{ rad/s}.$$

**M1** Relaciona la gravitación con la aceleración centrípeta.**M1** Obtiene la expresión con la masa total.**A1**  $\omega \approx 1.57 \times 10^{-4} \text{ rad/s}$ .

[3]

(ii)

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 4.00 \times 10^4 \text{ s} = 11.1 \text{ h}.$$

**A1**  $T \approx 11.1 \text{ h}$ .

[1]

(d) El punto de campo nulo está a  $20 - 6 = 14 \text{ km}$  del centro de masas. Para girar con los asteroides necesitaría una aceleración centrípeta distinta de cero dirigida hacia el centro de masas. En el punto de campo nulo la aceleración gravitatoria resultante es cero, por lo que la sonda no puede seguir la trayectoria circular requerida.

**R1** Reconoce que se requiere aceleración centrípeta no nula.**R1** Contrasta esta necesidad con campo resultante nulo.

[2]

(e) (i) La fracción del intervalo medida desde  $19.0 \text{ km}$  es

$$\frac{5.45 \times 10^{-5}}{5.45 \times 10^{-5} + 1.40 \times 10^{-4}} = 0.280.$$

$$x \approx 19.0 + 0.280(0.5) = 19,14 \text{ km.}$$

**M1** Interpolación entre valores de signo opuesto.

**A1**  $x \approx 19,1 \text{ km.}$  [2]

- (ii) Si la sonda se desplaza hacia  $A$  hasta  $x = 19,0 \text{ km}$ ,  $a_{\text{ef}} < 0$  y la acelera todavía más hacia  $A$ . Si se desplaza hacia  $B$  hasta  $x = 19,5 \text{ km}$ ,  $a_{\text{ef}} > 0$  y la acelera todavía más hacia  $B$ . Las perturbaciones crecen, por lo que el equilibrio es inestable.

**R1** Interpreta correctamente el signo en el lado de  $A$ .

**R1** Interpreta correctamente el signo en el lado de  $B$ .

**A1** Concluye que el equilibrio es inestable. [3]

- (f) Ejemplo aceptable: los asteroides reales pueden ser irregulares o tener distribuciones de masa no uniformes; entonces el campo no coincide exactamente con  $GM/r^2$  medido desde el centro geométrico y la posición calculada puede desplazarse. También se acepta que la órbita no sea perfectamente circular, en cuyo caso  $\omega$  y la posición de equilibrio variarían con el tiempo.

**A1** Identifica una limitación pertinente.

**R1** Explica una consecuencia sobre la posición calculada. [2]