

III OLIMPIADA CENTROAMERICANA Y DEL CARIBE DE FÍSICA

Miércoles 1 de junio de 2016.

PRUEBA TEÓRICA

NÚMERO DE PÁGINAS

P1	P2	P3

Instrucciones Generales:

- El código será asignado por el comité organizador
- Escriba su nombre únicamente en esta página.
- La prueba experimental tiene una duración de **4 horas** y un puntaje máximo de **30 puntos**.
- No debe de leer la prueba ni tocar el equipo experimental antes de que se le indique el inicio de la competición.
- Escriba letra legible en el desarrollo de su prueba.
- Indique de manera clara a qué problema y literal corresponde su procedimiento.
- Enumere las hojas de respuesta y al final, escriba el número total de hojas entregadas en la primera de ellas.
- El examen es individual, cualquier intento de copia será suficiente para anularle el examen y descalificarlo como concursante.
- No mezcle soluciones de problemas diferentes en la misma hoja.
- Escriba en un solo frente de las hojas que utilice.
- No se le permite abandonar su lugar de trabajo sin permiso. Si necesita asistencia (mal funcionamiento del equipo, necesita utilizar los sanitarios, etc.), por favor llame la atención del guía alzando su mano.
- Se permite el uso de calculadoras siempre que éstas no sean programables.
- No se permite el uso de medios electrónicos de comunicación, tales como teléfonos, iPod, cámaras, mp3 o cualquier tipo de distractores. Cualquier uso de estos medios será suficiente para anular el examen y descalificarlo como concursante.
- Al final del examen debe de dejar de escribir inmediatamente. Arregle y enumere sus páginas de respuesta y sus páginas de gráficos. Colóquelas sobre la mesa. No se le permite tomar cualquier hoja de papel fuera del área de examinación.
- Espere en la mesa hasta que la prueba sea recogida. Una vez todas las pruebas sean colectadas su guía lo escoltará afuera del área de examinación.

Datos Personales:

Nombre: _____

País: _____

Código: _____

Problema 1

Considere una esfera rígida, de radio despreciable, que se desplaza (sin rodar) sobre una superficie lisa y horizontal (ver figura 1). La esfera cae en un agujero rectangular, de anchura D y profundidad H . Dentro del agujero, la esfera colisiona N veces con las paredes internas del agujero hasta llegar al fondo. La dirección de la velocidad inicial v es perpendicular a las paredes del agujero con las que colisiona la esfera.

- (a) Determine la velocidad máxima v_m para que la esfera no colisione con las paredes del agujero ($N=0$). (1.5 puntos)

Si las colisiones que efectúa la esfera son consideradas elásticas y asumiendo que $v > v_m$

- (b) Determine la expresión para el tiempo T que tarda en llegar al fondo del agujero, desde que abandona la superficie horizontal (1.5 puntos).
- (c) Determine la expresión para el número N de colisiones que se efectúan dentro del agujero, durante la caída de la esfera (2 puntos).
- (d) Encuentre la relación entre el ángulo de impacto en la k -ésima colisión (medido respecto a la horizontal) y el número de colisión k . (3 puntos)
- (e) Determine a qué distancia horizontal de la pared con que realizó la última colisión, la esfera golpea el fondo del agujero (2 puntos).

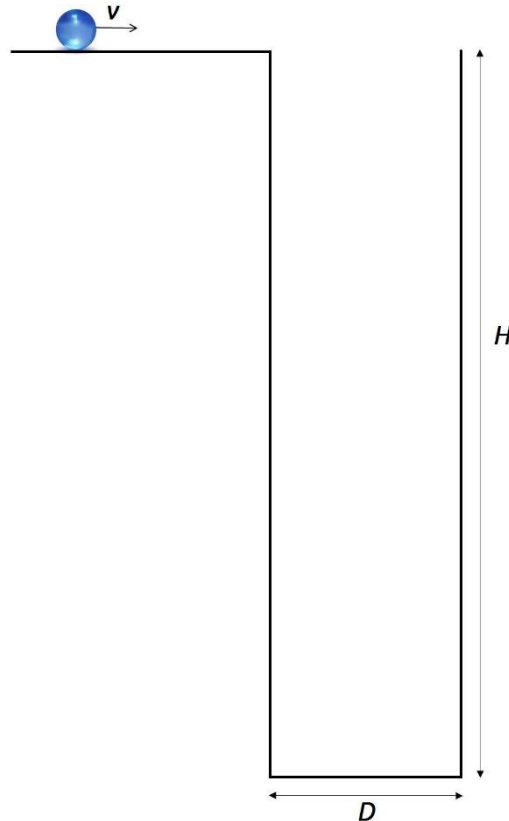


Figura 1. Figura del problema 1.

Problema 2: Estudio de un planeta circumbinario.

Un planeta circumbinario es aquel que orbita simultáneamente dos estrellas. En este problema, utilizaremos dos modelos teóricos para estudiar el movimiento gravitatorio de un planeta **P** que gira alrededor de dos estrellas **A** y **B**, cuyas masas son 69% y 20% de la masa del Sol respectivamente.

Sabiendo que la masa del Sol es $1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$.

Modelo 1.

En este primer modelo consideraremos que **B** describe una órbita circular de radio r alrededor de **A**, mientras que el planeta describe una órbita elíptica donde **A** se encuentra en uno de los focos (ver figura 2). El radio de la órbita de **B** es $r = 1.15 \times 10^{11} \text{ m}$ y la velocidad de **P** en el punto más lejano (punto 1) es $v_1 = 16.7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. La velocidad de **P** en el punto 2 es igual a la velocidad de **B**.

Determine:

- 1.1. La velocidad angular de **B** (1.5 puntos)
- 1.2. La mayor distancia “**R**” entre **P** y **A**. (2.0 puntos)
- 1.3. El período de la órbita de **P**. (2.0 puntos)

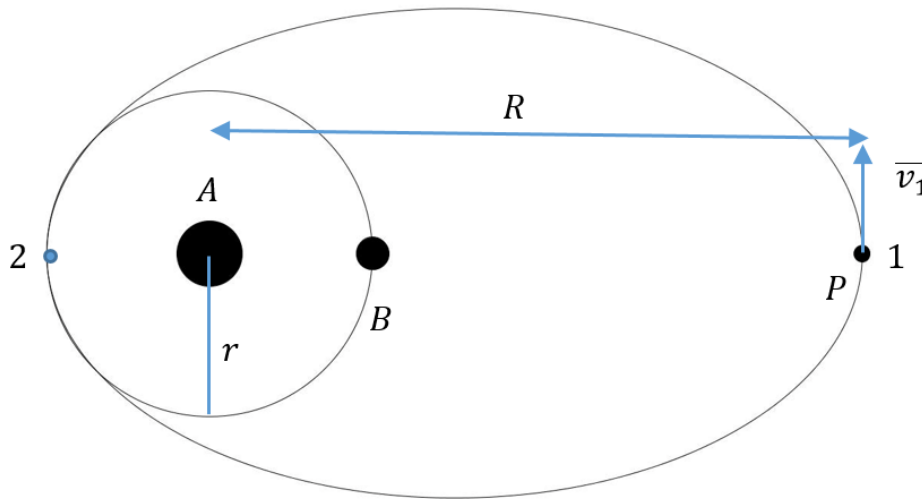


Figura 2. Descripción del sistema de acuerdo al modelo 1.

Modelo 2.

En este modelo, todos los cuerpos celestes orbitan circularmente con respecto al centro de masas de **A** y **B**. Consideremos que en un instante el sistema forma un triángulo equilátero de lado $d = 1.15 \times 10^{11}m$, como se muestra en la figura 3. Donde $r = 1.04 \times 10^{11}m$ y $\theta = 12.45^\circ$

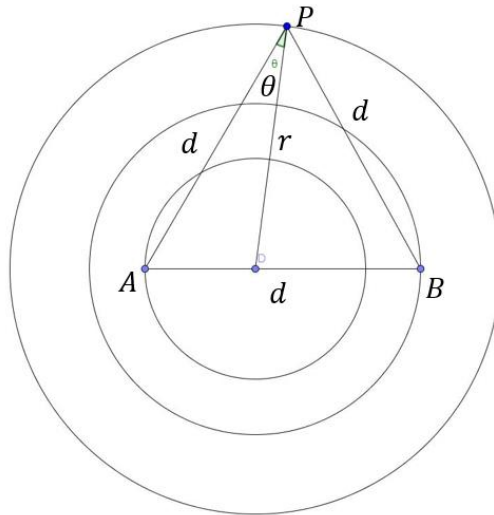


Figura 3. Descripción del sistema de acuerdo al modelo 2.

Determine:

- 2.1. El centro de masas entre **A** y **B**. (1.0 puntos)
- 2.2. El período de la órbita de **P**. (2.5 puntos)

Comparando modelos.

Resultados experimentales determinan que el período de **P** es 229 días.

- 3.1. Calcule el error porcentual entre los períodos de **P**, obtenidos en los dos modelos teóricos y el determinado experimentalmente. Especifique cuál de los dos modelos es más aceptable. (1.0 puntos)

Problema 3

Una esfera sólida de masa m , radio r y momento de inercia $\frac{2}{5}mr^2$ respecto al eje que pasa por su centro de masa descansa sobre una esfera mayor, de masa M y radio R . La esfera menor se coloca ligeramente fuera de la posición de equilibrio de manera que gire sin deslizar sobre la esfera mayor (Ver figura 4). La esfera mayor está anclada sobre una superficie horizontal.

- Encuentre una expresión para la velocidad del centro de masa de la esfera pequeña en función de los radios y el ángulo θ . Ver figura 3. (3 puntos)
- ¿Para qué valor de θ dejarán las dos esferas de estar en contacto? (3 puntos).
- ¿Qué ángulo ha girado la esfera menor, hasta el momento de separarse de la esfera grande, si la relación entre los radios es 5 a 1? (2 puntos)
- ¿Cuál será la velocidad angular final de la esfera menor? Expresada en función de r (2 puntos)

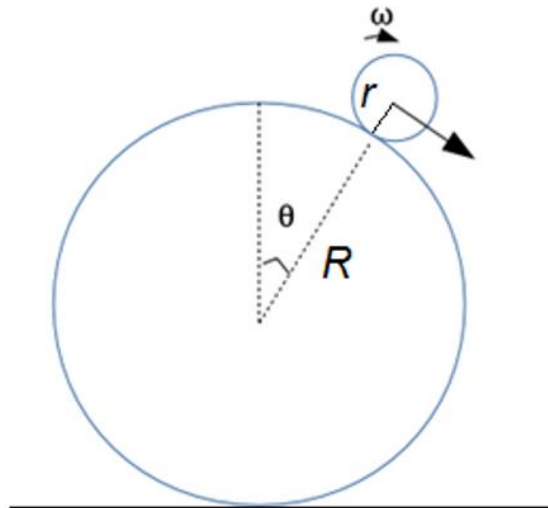


Figura 4. Figura del problema 3.