



MINISTERIO DE
EDUCACIÓN



VII Olimpiada Centroamericana y del Caribe de Física INDICACIONES GENERALES PRUEBA TEORICA

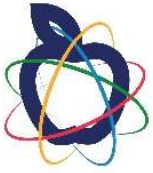
La prueba experimental tiene una duración de 4 horas y tiene un valor total de **30 puntos**. El inicio y el final de la prueba la indicará el encargado de cada sala, quien dará el tiempo cada hora y avisará cuando falten 15 minutos para el final de la prueba.

Durante la prueba:

- Debe mantener activa la cámara en todo momento, el marco del video debe cubrir al estudiante y su escritorio.
- Debe permanecer en un lugar que tenga suficiente iluminación.
- Utilice calculadora no programable.
- Utilice solo un lado de cada hoja de papel.
- No escriba su nombre o país, o marcas que le permitan ser identificado en sus hojas de solución.
- En sus respuestas, trate de ser lo más conciso posible: utilice ecuaciones, expresiones lógicas y diagramas para ilustrar sus ideas y pensamientos siempre que sea posible. Evite el uso de oraciones largas.
- Presente un número adecuado de cifras significativas en sus respuestas numéricas e incluya errores en sus cálculos cuando se le solicite.
- A veces es posible resolver partes posteriores de un problema sin haber resuelto las anteriores.
- No está permitido salir de su lugar sin autorización. Si necesita ayuda, llame la atención del encargado de sala utilizando la opción de levantar la mano.

Al finalizar la prueba:

- Cuando el encargado de sala de el aviso de finalización, debe dejar de escribir inmediatamente.
- Ordene las páginas en el orden correspondiente. Y escriba el número de página en el siguiente formato: **número de página/total de páginas** en la esquina superior derecha.
- Asegúrese de escanear todas las hojas de solución y verifique que envía el archivo correcto. El nombre del archivo debe seguir el siguiente formato: **Código de país_Nombre_Problema1.pdf, Código de país_Nombre_Problema2.pdf y Código de país_Nombre_Problema3.pdf.**
Ejemplo: MX_FernandaFernandez_Problema1.PDF
- Deberá adjuntar el archivo de sus hojas de solución en el siguiente enlace:
<https://forms.gle/EaUQpzgJRmd5wnJD8>
- Espere la confirmación de la recepción de su prueba, por el encargado de sala



Problema 1. Vuelo de un Barrilete.

Un barrilete (conocido en otros países como cometa, papalote, piscucha, chiringa, volatín, entre otros) está hecho de varillas delgadas y forradas con papel delgado. Puede tener forma triangular, hexagonal, romboidal, entre otras.



Fotografía 1 y 2. Diseños populares de barriletes.

Como uno de los juegos tradicionales en Guatemala, durante los meses de octubre y noviembre, muchos niños vuelan barriletes. Durante esta época del año, las corrientes de aire son las indicadas para que estos trozos de papel puedan mantenerse en vuelo.

Incluso uno de los pueblos más famosos de Guatemala, por sus barriletes gigantes, es Sumpango. El 1 de noviembre, se celebra en este pueblo el festival de los Barriletes Gigantes.



Fotografía 3. Festival de Barriletes Gigantes. Cortesía Ministerio de Cultura y Deportes. Más información sobre el festival en: <https://mcd.gob.gt/el-festival-de-barriletes-gigantes-volvera-a-tenir-de-colores-el-cielo-de-santiago-sacatepequez/>



Ahora bien, si usted quiere mantener un barrilete (masa despreciable) de área A en vuelo, éste estará inclinado un ángulo θ respecto a la vertical, gracias a que el aire produce una fuerza perpendicular a la superficie del barrilete (Ver figura 1).

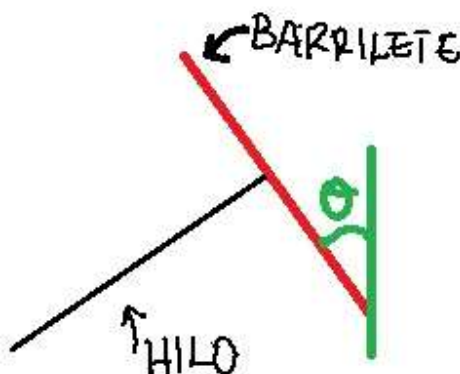


Figura 1. Vista lateral del barrilete al volar.

Para determinar la fuerza del aire, se analizarán dos modelos. En ambos casos, considere que el aire, con densidad uniforme ρ , viaja con velocidad horizontal constante v antes de llegar al barrilete; así también la fuerza del aire F_a y la cantidad de masa de aire respecto al tiempo $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ que choca, son constantes en toda la superficie del barrilete.

Todas las respuestas deben presentarse en función de las variables A , θ , ρ , v .

Modelo 1. Partículas de aire.

Para este modelo (Figura 2), considere que las partículas de aire chocan de forma elástica con el barrilete y no interactúan entre sí.

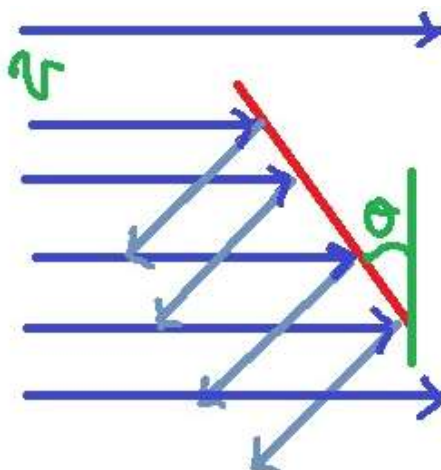
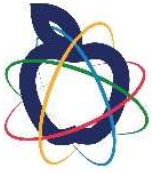


Figura 2. Modelo 1. Choque de partículas de aire

- ¿Con qué ángulo, respecto a la horizontal, salen disparadas las partículas de aire después de chocar con el barrilete? **[1 pt]**
- Encuentre la cantidad de masa de aire con respecto a un intervalo de tiempo $\frac{\Delta m}{\Delta t}$, que choca con el barrilete. **[2 pts]**
- Determine la fuerza del aire F_a para el modelo 1. **[2 pts]**



Modelo 2. El aire como fluido.

En la realidad, el aire tiende a curvarse y pasar paralelamente a la superficie del barrilete. Pasa con velocidades diferentes (v_1 y v_2 como se muestra en la figura 3) para producir una diferencia de presiones la cual es la responsable de la fuerza del aire sobre el barrilete. A este fenómeno se le conoce como *Sustentación*.

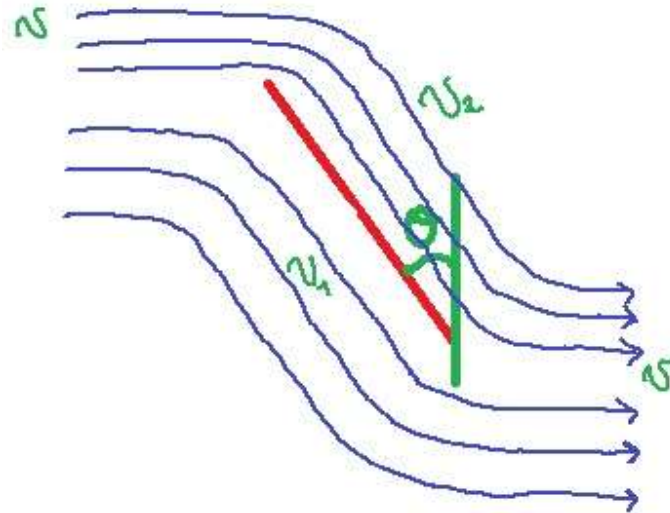


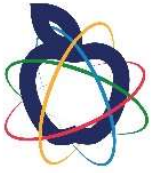
Figura 3. Cambio de dirección del aire al pasar por un barrilete.

Para facilitar los cálculos, considere que, la masa de aire con respecto a un intervalo de tiempo $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ que llega al barrilete, es misma que en el modelo 1 y ésta se separa uniformemente a ambos lados del barrilete.

- D. Determine la fuerza del aire F_a para el modelo 2. **[1.5 pts]**
- E. Determine las velocidades v_1 y v_2 en términos de la velocidad v y parámetros geométricos. **[2 pts]**

Con base a los resultados anteriores, compare:

- F. ¿La fuerza del aire del modelo 1 es menor, mayor o igual que la del modelo 2? Explique. **[0.75 pts]**
- G. En el modelo 2, ¿Cuál de las dos velocidades es mayor, v_1 o v_2 ? Explique **[0.75 pts]**



Problema 2. Ecografía Doppler

Una ecografía es un procedimiento médico no invasivo, para ello utiliza las ondas sonoras las cuales se reflejan en los órganos y objetos internos del cuerpo y regresan al ecógrafo donde los datos son procesados.

Se conoce que la frecuencia del sonido en un fluido como la sangre depende de la densidad del fluido ρ , del módulo de volumen (o compresibilidad volumétrica) B (donde P es presión y V es volumen) y la longitud de onda λ :

$$B = -\frac{P}{\Delta V/V} \qquad f = \sqrt{\frac{B}{\rho \lambda^2}}$$

- a. Determine una expresión para la velocidad del sonido v_s dentro del cuerpo humano.
[0.25 pt]

La sangre tiene una densidad de $\rho_s = 1,06$ g/ml y un módulo de volumen $B = 2,13444$ GPa. Mientras que el tejido biológico se aproxima que $\rho = 0,9$ g/ml y $B = 1,9835$ GPa. Siendo Y el módulo de Young (donde F es la fuerza aplicada sobre el área transversal y L la longitud del material de área transversal A):

$$Y = \frac{F/A}{\Delta L/L}$$

- b. Se coloca un ecógrafo en el vientre de una paciente en el octavo mes de embarazo, el aparato envía un pulso sonoro con una frecuencia de 15 MHz. Considere: $n = 824,82 = \frac{T}{t_{total}}$ siendo el t_{total} el tiempo total el necesario para que el sonido regrese al ecógrafo y T el periodo de la frecuencia anterior. ¿Cuál es la distancia del ecógrafo al bebe sabiendo que la capa de piel posee 2 cm de espesor? [2.00 pt]

Para determinar la velocidad de la sangre en el torrente sanguíneo se utiliza el principio de refracción y reflexión de una onda sonora al chocar con los glóbulos en la sangre, en este caso el fenómeno también denominado como “eco”, cumple que la reflexión de la onda es total al llegar al glóbulo (esta aproximación es para fines académicos)

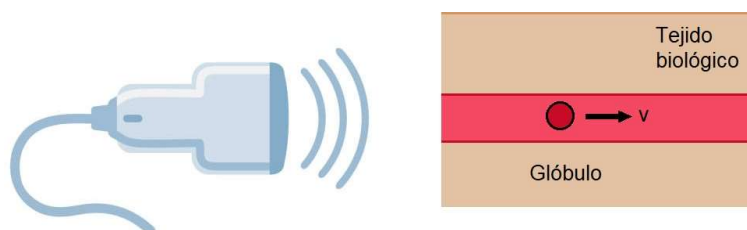


Figura 1



- c. Determine la frecuencia que percibirá un glóbulo al moverse a una velocidad v (v es mucho menor a la velocidad del sonido) a lo largo del eje en el que se encuentra el ecógrafo. La frecuencia inicial es f_o (figura 1) [2.50 pt]
- d. Determine una aproximación de la frecuencia que percibirá el ecógrafo luego de que la onda sonora rebote en el glóbulo. Considere: $(1 + x)^n \approx 1 + nx$ cuando $x \ll 1$. [2.00pt]

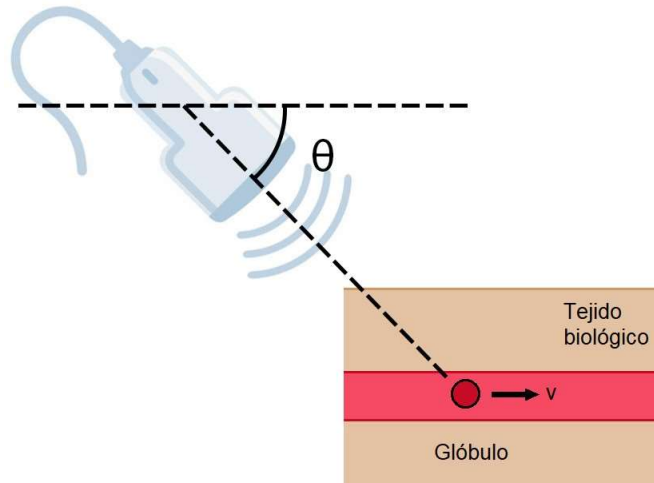


Figura 2

- e. Encuentre la corrección que se debe hacer al literal anterior para el caso real en el que el aparato no está paralelo al flujo sanguíneo sino que está inclinado un ángulo θ respecto a la horizontal (ver figura 2). [3.00 pt]
- f. Encuentre la velocidad de la sangre en función del cambio de frecuencia Δf y los datos anteriores [0.25 pt]

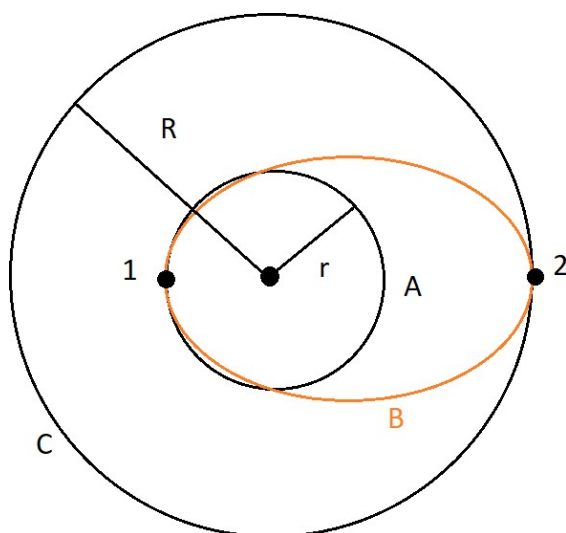


Problema 3. Doble cambio de órbita

Para una órbita elíptica existe un factor que relaciona el semieje mayor a (distancia desde el centro de la elipse hacia el punto más lejano de la órbita) y la semi distancia focal c (distancia desde el centro de la elipse hacia uno de los focos) llamada excentricidad $\epsilon = \frac{c}{a}$. Este valor mide el grado de distorsión de una elipse con respecto a una circunferencia equivalente.

- a. Encuentre una expresión para la energía mecánica de una órbita elíptica analizando el punto más cercano al planeta (perihelio) y el punto más lejano al planeta (afelio) [1.00 pt].

Un satélite está en una órbita circular A de radio $r = 900$ km y se desea pasar a una órbita circular C de radio $R = 920$ km pasando por una órbita de transición B .



El satélite, para propulsarse, lanza un chorro de combustible que reduce la masa total. La masa inicial del satélite es M , y el combustible tiene una densidad ρ , además de que es expulsado a una velocidad $v = 95,00 \times 10^6$ m/s y puede usarse tanto para acelerar o para frenar cambiando la dirección de expulsión. Para el problema ignore efectos relativistas.

- b. En el punto 1 marcado en la figura, determine el momento lineal antes y después de cambiar de la órbita A , a la órbita B . [3.00 pt]
c. Determine la velocidad que el satélite posee en el punto 2 cuando se encuentra en la órbita B y la velocidad cuando se encuentra en la órbita C . [3.00 pt]
d. Determine el volumen de combustible utilizado para llegar de la órbita A hasta la órbita C . [3.00 pt]

Datos:

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3 \text{kg}}{\text{s}^2} \quad M_{\text{Tierra}} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg} \quad M = 1000 \text{ kg} \quad \rho = 25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$