

XVI OLIMPIADA DE FÍSICA

11 febrero 2005

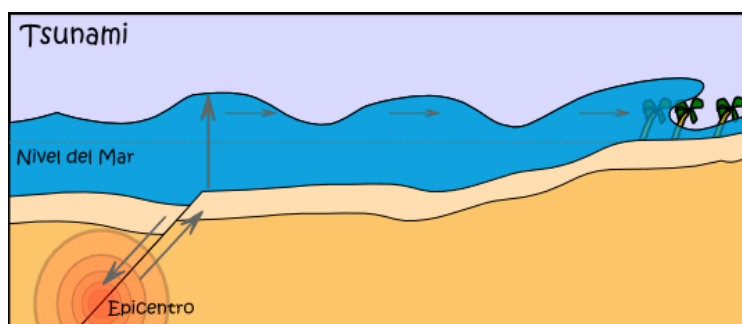
FASE LOCAL UNIVERSITAT JAUME I

Departament de Ciències Experimentals

Segunda Parte: Problemas (1 hora 15 min.). Se deberá resolver uno de los dos problemas planteados. Esta segunda parte se valorará con el 30% de la nota global de la prueba.

Problema 1.- Tsunamis¹

Tsunami es una palabra japonesa que significa "ola de puerto", unas olas que destruían las aldeas de pescadores sin que en alta mar se sintiera su paso. La longitud de onda, λ , de un *tsunami* puede ser de cientos de kilómetros y su velocidad superior a los 500 kilómetros por hora. En mar abierto, la amplitud de la onda es muy baja, menos de un metro, por lo que pasa inadvertida, pero al contrario que la ola normal, el *tsunami*, a medida que se acerca a la costa y debido a la menor profundidad, se ve frenada y disminuye su longitud de onda al mismo tiempo que aumenta su altura.



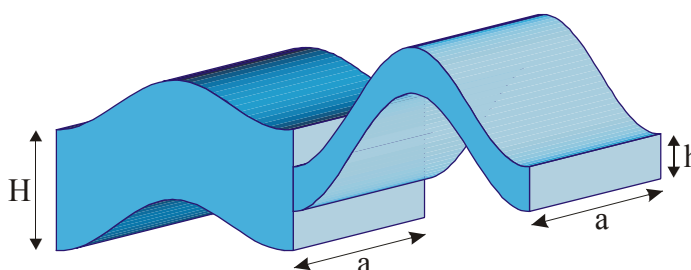
Esquema simplificado de la generación y efecto de un *Tsunami*.

1. La velocidad de las ondas asociadas a los *tsunamis*, resulta ser en buena aproximación $v = g^a H^b$, donde g representa la aceleración de la gravedad, y H la profundidad media que posee el océano en esa región. Las constantes a y b son dos números reales. Obtened, haciendo uso del Análisis Dimensional, los valores de a y de b .

2. El 28 de marzo de 1964, se produjo un seísmo, de una intensidad aproximada de 9,2 en la escala Richter, en el lecho oceánico del Golfo de Alaska provocando un *tsunami*, que en la zona de formación presentaba una longitud de onda de 200km , y que alcanzó Hilo (Hawai), situado a 4500km , en un tiempo de $8\text{h } 30\text{min}$. Determinad la profundidad media del océano entre el Golfo de Alaska y las Islas Hawai.

3. ¿Cuál será la velocidad del tsunami, y la longitud de onda asociada a él, en una zona costera en donde la profundidad es de 10m ? ¿Cuánto tiempo tardará en llegar la segunda "ola" del tsunami a la costa? (Considera que las ondas del tsunami actúan como ondas transversales ideales satisfaciendo la relación entre longitud de onda y frecuencia).

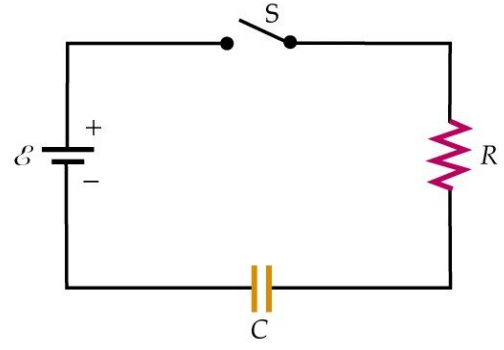
4. Para determinar la amplitud de la onda del tsunami en la zona costera, hagamos la siguiente simplificación y consideremos que la potencia de la onda que se produce en medio del océano, en donde posee una gran profundidad, se transmite a la costa (sin pérdida de ningún tipo) de manera que el valor de dicha potencia posee la misma expresión que el de una onda transversal armónica desplazándose por una cuerda. Empleando este modelo (que se describe en el dibujo adjunto), determinad la amplitud de la onda asociada al *tsunami* en puntos cercanos a la costa en donde la profundidad es de 10m , para el caso particular en que la amplitud de la onda del tsunami, justo encima del epicentro del terremoto que lo ocasiona, es de 0.3m . (Ayuda: la energía por unidad de tiempo transmitida por una onda en una cuerda viene dada por la expresión $P = \frac{1}{2} \mu v \omega^2 A^2$; en donde μ es la densidad lineal de la cuerda, v la velocidad de propagación de la onda, ω su pulsación y A su amplitud).



¹ El conocimiento de algunos conceptos de física elemental puede ayudarnos a comprender y modelar, el comportamiento de algunos fenómenos naturales y, con ello, a prever y evitar, en algunos casos, sus peores consecuencias.

Problema 2.- Un problema experimental

En la figura se muestra un circuito eléctrico conocido como circuito RC. Dicho circuito está constituido por la asociación en serie de una resistencia R y un condensador de capacidad C . El conjunto se conecta a un interruptor y a una batería de fuerza electromotriz $\varepsilon = 4 \text{ V}$. Cuando se cierra el interruptor comienza a circular una corriente eléctrica por el circuito la cual cesa al cabo de un cierto tiempo. Mediante un amperímetro y un voltímetro se miden, con la ayuda de un cronómetro, la intensidad de corriente que circula por el circuito y la diferencia de potencial en los extremos del condensador en función del tiempo. El instante inicial $t=0$ es el instante en que se cierra el interruptor. Los valores obtenidos se dan en la tabla adjunta. Se pide:



1. Representa gráficamente, en la hoja de papel milimetrado que se te proporciona, la intensidad que recorre el circuito en función del tiempo. Comenta algunas características de este tipo de representación gráfica tales como el valor inicial, $I(t=0)$ y su valor asintótico para tiempos muy grandes.
2. ¿Cómo debe conectarse el amperímetro para medir correctamente la intensidad de corriente en el circuito?
3. Representa gráficamente, en la hoja de papel milimetrado que se te proporciona, la diferencia de potencial en los extremos del condensador en función del tiempo. Comenta algunas características de este tipo de representación gráfica tales como el valor inicial, $V(t=0)$ y su valor asintótico para tiempos muy grandes.
4. ¿Cómo debe conectarse el voltímetro para medir correctamente la diferencia de potencial?
5. Sabiendo que la representación gráfica de la curva $I(t)$ se ajusta a la función

Tiempo (s)	Intensidad (mA)	Voltaje (V)
0.00	4.00	0.00
1.00	2.96	1.04
2.00	2.20	1.80
3.00	1.63	2.37
4.00	1.20	2.80
5.00	0.89	3.11
6.00	0.66	3.34
7.00	0.49	3.51
8.00	0.36	3.64
9.00	0.27	3.73
10.00	0.20	3.80
11.00	0.15	3.85
12.00	0.11	3.89
13.00	0.08	3.92
14.00	0.06	3.94
15.00	0.04	3.96

$$I(t) = I_0 e^{-t/RC}$$

en donde I_0 es la intensidad inicial, estima, a partir de la representación gráfica, el valor de la capacidad del condensador cuando $R=1M\Omega$. Justifica la respuesta.

XVI OLIMPIADA DE FÍSICA

FASE LOCAL UNIVERSITAT JAUME I

11 febrero 2005

Departament de Ciències Experimentals

Primera Parte: Cuestiones (máximo 1 hora 30 min.). Se deberán resolver cuatro de las seis cuestiones planteadas. Este ejercicio de cuestiones se valorará con un 70% de la nota global.

Cuestión 1.-

Europa es un satélite de Júpiter que tarda 3,55 días en recorrer su órbita, de radio medio $6,71 \cdot 10^8$ m, en torno a dicho planeta. Otro satélite de Júpiter, Ganímedes, tiene un periodo orbital de 7,15 días. Calcula el radio medio de la órbita de Ganímedes.

El valor de la constante de Gravitación Universal es $6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg².



Cuestión 2.-

Dos ondas sonoras armónicas se propagan en el espacio avanzando en el sentido positivo del eje X con la misma amplitud y con frecuencia ligeramente diferente. Las ecuaciones de dichas ondas son

$$y_1 = A \operatorname{sen}(\omega_1 t - k_1 x)$$

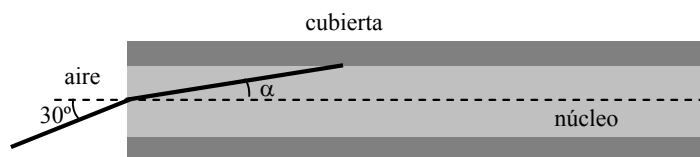
$$y_2 = A \operatorname{sen}(\omega_2 t - k_2 x)$$

donde y representa la perturbación que se propaga, A la amplitud del movimiento ondulatorio, ω su pulsación y k el número de onda. Cuando se mide la perturbación sonora que resulta de la superposición de los dos movimientos ondulatorios en el origen de coordenadas, $x=0$, se obtiene el resultado que aparece en las gráficas adjuntas. Determina las amplitudes y las frecuencias de las dos ondas sonoras que se superponen.



Cuestión 3.-

En la figura adjunta se muestra la sección de una fibra óptica convencional. La fibra está constituida por un material dieléctrico, el núcleo, recubierto de una capa de material, la cubierta, cuyo índice de refracción es menor que el del núcleo. Sobre la fibra incide un rayo luminoso procedente de una fuente láser que forma un ángulo de 30° respecto al eje longitudinal de la fibra. Los índices de refracción del núcleo y la cubierta, para la longitud de onda del láser utilizado, son $n_{\text{núcleo}}=1.48$ y $n_{\text{cubierta}}=1.46$, respectivamente.



1. Calcula el valor del ángulo límite para la interfase núcleo-cubierta.

2. Determina el valor del ángulo de refracción α en el interior del núcleo para el rayo considerado. Tómesese igual a la unidad el índice de refracción del aire.

3. Sabiendo que el grosor de la fibra es 1.4×10^{-4} m, calcula la distancia que el rayo de luz viaja entre dos reflexiones sucesivas.



Cuestión 4.-

Enuncia y formula matemáticamente, con su carácter vectorial, la ley de Coulomb de acción entre cargas eléctricas.

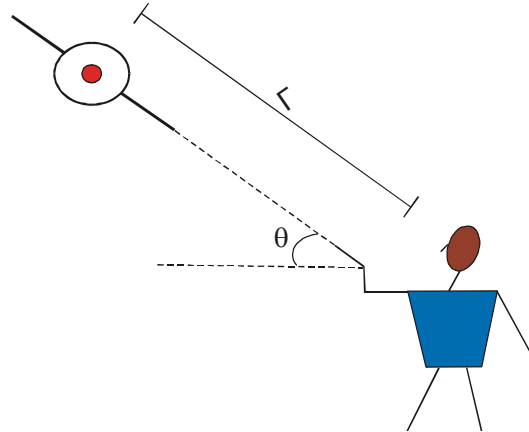


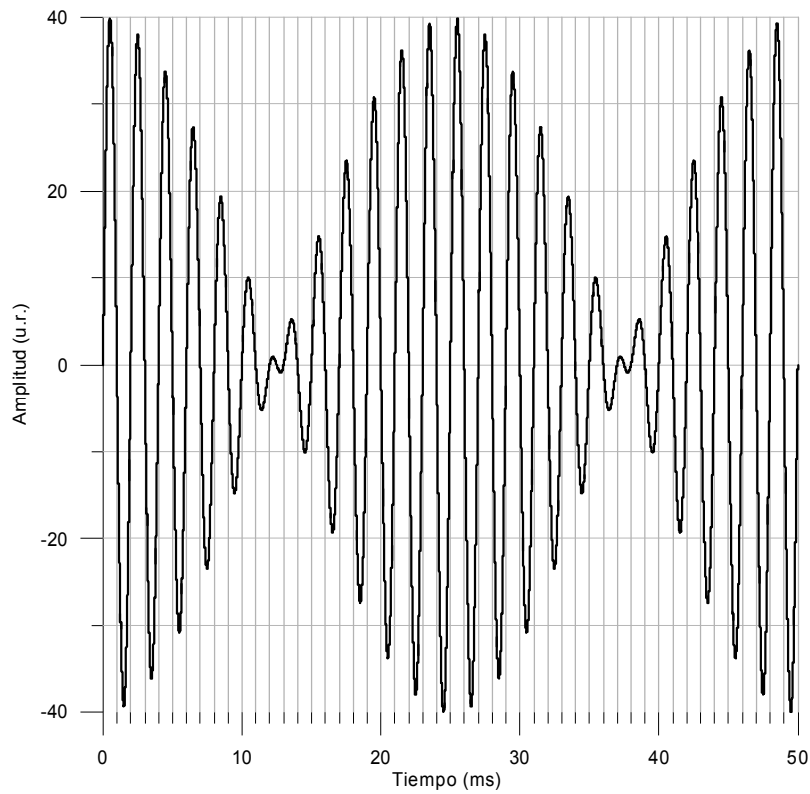
Cuestión 5.-

En una cacerola se pone agua fría ($T=10\text{ }^{\circ}\text{C}$) a calentar sobre un hornillo eléctrico. El agua comienza a hervir al cabo de 10 minutos. ¿Cuánto tardará en evaporarse totalmente?
El calor latente de vaporización del agua es $2,26 \cdot 10^6\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$. El calor específico del agua vale $4180\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

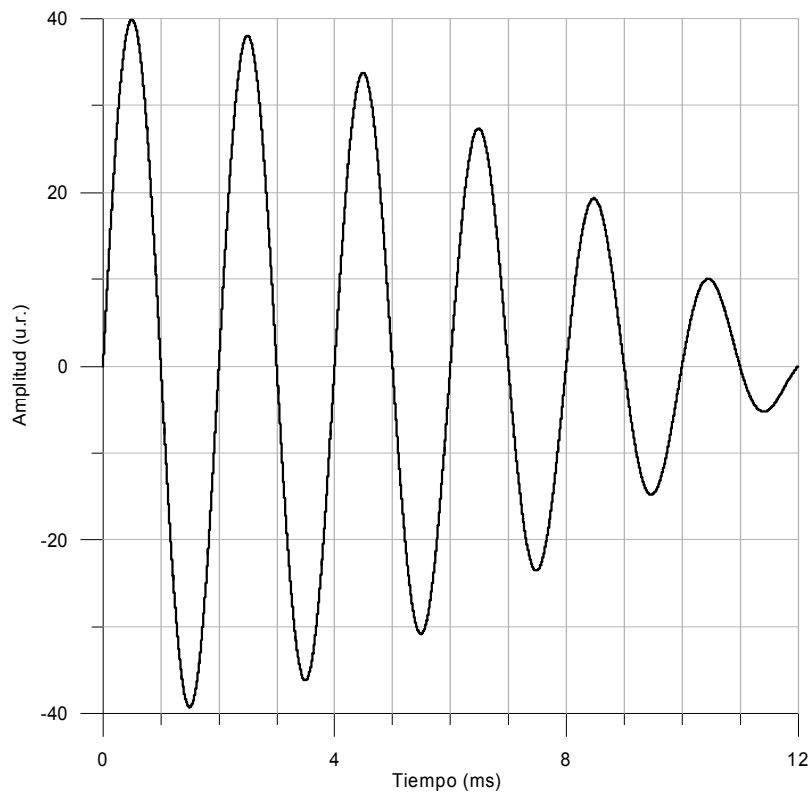
Cuestión 6.-

Un planeador de control manual está atado por un cordel de longitud $L=3\text{m}$ al “piloto”, con el que éste controla la alzada del plano de las alas del planeador y hace que describa un movimiento circular uniforme. La fuerza de empuje se supone que actúa perpendicular al plano de las alas, o sea perpendicular al cordel. A partir del desarrollo para la determinación de la tensión en el cordel dedúzcase qué condición ha de satisfacer el ángulo θ para que el planeador no se descontrola y no se estrelle, siendo su velocidad $v=5\text{m/s}$.





Cuestión 2. Figura 1: Batidos resultantes de la superposición de las dos ondas sonoras, y_1 e y_2 , en el origen de coordenadas ($x=0$).



Cuestión 2. Figura 2: Detalle de la onda portadora de los batidos de la Figura 1.