

REAL SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA



XV OLIMPIADA NACIONAL DE FÍSICA

FASE LOCAL DE BURGOS

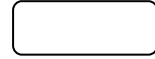
14 de febrero de 2004

**Dedicada a la memoria del profesor
Fermín Herrero Arnáiz**

Examen elaborado con la colaboración de los profesores:

**M. Iván González Martín
Fernando M. García Reguera
Isabel Gómez Ayala
Nicolás A. Cordero Tejedor
Lucía Martínez González
Andrés Serna Gutiérrez**

**Todas las pruebas puntúan sobre 10 puntos.
Por favor, conteste a cada prueba en un folio a parte.**



PRUEBA N° 1

La *Beagle 2* llama a casa

Como usted probablemente sabrá, el pasado 25 de diciembre, la sonda británica *Beagle 2*, transportada hasta Marte por la nave europea *Mars Express*, tomó tierra en suelo marciano. La sonda ha sido dada por perdida hace ya varias semanas, pero en los días posteriores se esperaba que enviara una señal de radio para confirmar que el “amartizaje” había tenido éxito.

La señal en cuestión era muy débil, de apenas 5W, poco más que las emitidas por un teléfono móvil convencional, pero se esperaba recibirla desde la Tierra.

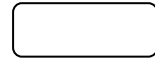
- Suponiendo que la frecuencia de dicha señal fuera de 10MHz determine su longitud de onda.
- Determine igualmente la energía de un fotón con esa frecuencia, recordando la relación entre energía y frecuencia, $E=h\cdot f$, donde h es la famosa constante de Planck.
- Calcule cuántos fotones emite por segundo el transmisor de la *Beagle 2*.
- Por aquellos días Marte se encontraba a 160 millones de kilómetros de la Tierra. Suponiendo que la antena de transmisiones de la sonda emitiera por igual en todas direcciones, determine cuántos fotones de esa señal llegarían a cada m^2 de superficie terrestre por segundo.
- Para detectar la señal se apuntó hacia Marte el radiotelescopio británico de Jodrell Bank, cuya antena tiene un diámetro de 76m. Estime la potencia en vatios de la señal capturada por el receptor del radiotelescopio. ¿Por qué es de esperar que la potencia recibida fuera inferior a la calculada por usted?

Información en Internet:

Sobre la sonda *Beagle 2* en <http://www.beagle2.com/>,

Sobre la expedición *Mars Express* en http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express/

Sobre la estación de Jodrell Bank en <http://www.jb.man.ac.uk/>

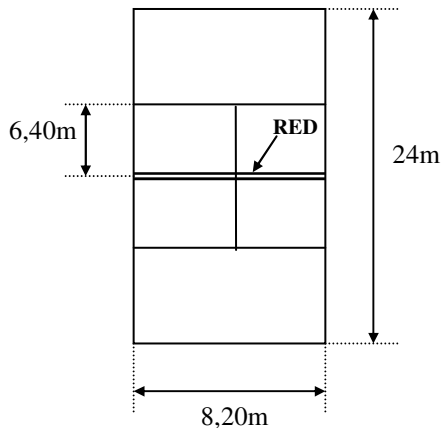


PRUEBA N° 2

Un poco de deporte

Las dimensiones de una pista de tenis para un partido de individuales son las mostradas en la figura.

Durante un partido entre Leyton Hewitt y Juan Carlos Ferrero, el australiano sube a la red y se coloca a 1m. de distancia de la misma esperando el golpe del español que está situado justo en la línea de fondo.



Juan Carlos intenta superar a su adversario lanzando un “globo” para lo que golpea la pelota desde una altura de 0,90m. Se sabe que el australiano puede devolver la pelota y conseguir el punto si ésta no supera una altura de 2,80m. en la posición donde está Hewitt pues ésta es la altura máxima que puede alcanzar con la raqueta en un salto para efectuar un golpe ganador. En estas condiciones, se te pide:

- a) Si la velocidad de salida de la pelota enviada por el español es de 20m/s, en una dirección que forma un ángulo de 70° con la horizontal, ¿conseguirá el punto nuestro compatriota?

- b) Considerando que la velocidad de salida es siempre de 20m/s, ¿entre qué valores puede estar comprendido el ángulo de lanzamiento de Juan Carlos para estar seguro de que va a conseguir el punto?

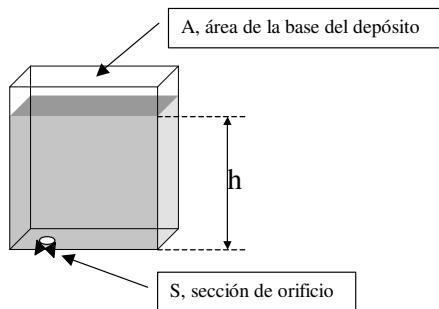
NOTA: Despreciar en toda la situación la resistencia del aire sobre la pelota, la existencia de viento y los posibles efectos en el golpe; es decir, considerar la trayectoria plana y parabólica.

PRUEBA N° 3

Vaciando un depósito

Verás que aunque sepas todavía muy poquito de Mecánica de Fluidos, la parte de la Física que estudia el comportamiento de las masas líquidas y gaseosas, lo que aquí te planteamos te va a resultar bastante sencillo. Solo tienes que seguir nuestras explicaciones.

Usando las matemáticas



Supongamos un depósito lleno de líquido, por ejemplo agua. Para su vaciado dispone de un grifo situado en su parte inferior. Se conocen las dimensiones del depósito y la sección del grifo. Cuando se abre el grifo para comenzar el vaciado la velocidad de salida del agua es, de acuerdo con el teorema de Torricelli,

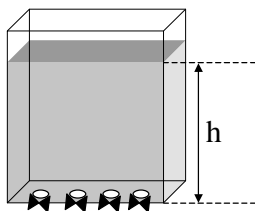
$$v = \sqrt{2gh}$$

donde h es el nivel de llenado del depósito. Pero esta velocidad no es constante sino que comienza a disminuir inmediatamente puesto que depende de h que, obviamente, disminuye. La disminución de h depende de la forma del recipiente. Si es de gran base, A grande, h disminuirá lentamente y si es esbelto lo hará rápidamente. Teniendo en cuenta que el volumen de agua que abandona el depósito en un tiempo determinado es el mismo volumen responsable del descenso del nivel en ese mismo tiempo, ¿puedes determinar la relación entre la disminución de nivel y el paso del tiempo?

Si has llegado hasta aquí estás en condiciones de calcular el tiempo que tardará el depósito en vaciarse totalmente, es decir, el tiempo que tiene que transcurrir para que h sea cero. ¿Cuánto tarda entonces el depósito en vaciarse?

Observando los resultados experimentales

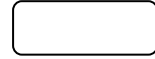
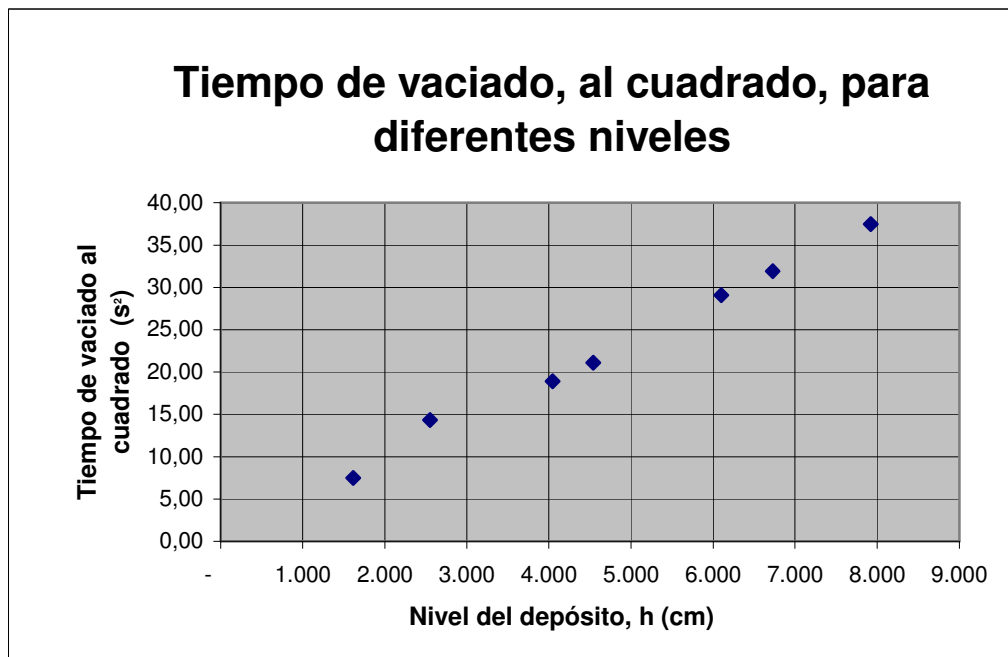
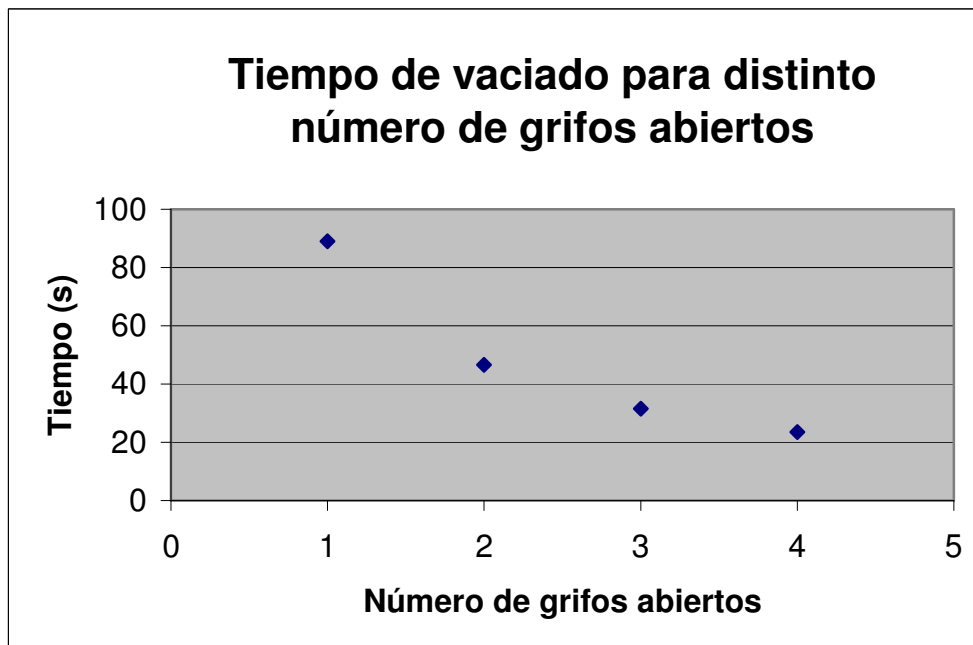
Se realizan una serie de medidas experimentales destinadas a comprobar los resultados obtenidos. Para ello hacemos una pequeña modificación al depósito: en lugar de disponer de un solo grifo disponemos 4 similares de modo que el depósito se pueda evacuar abriendo solo un grifo o dos, tres o cuatro simultáneamente. A continuación se llena el depósito hasta un determinado nivel y se vacía. Se mide el tiempo invertido. Se repite el procedimiento pero abriendo simultáneamente dos grifos. Nuevamente se repiten las medidas con tres grifos abiertos y finalmente con los cuatro abiertos. Los resultados obtenidos se representan en la gráfica 2.



Por otra parte se realiza la siguiente serie de medidas: siempre con un solo grifo abierto, se llena el depósito hasta diferentes niveles y se procede a su vaciado, midiéndose los tiempos invertidos en ello. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 1.

Se te pide:

- Interpreta las gráficas 1 y 2 de resultados.
- Razona si los resultados experimentales apoyan el resultado matemático obtenido en el primer apartado. Si en el primer apartado no llegaste a nada concluyente, intenta obtener algún resultado empírico de las tablas experimentales.

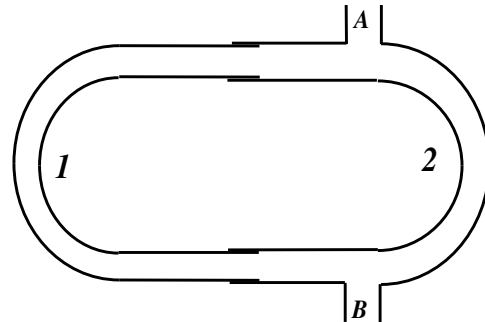
**Grafica 1:****Gráfica 2:**

PRUEBA N° 4

Las cosas del sonido

Un aparato de Quincke consta de dos tubos en U, dispuestos de tal manera que las ramas de uno de ellos pueden deslizarse por el interior de las del otro. En las proximidades de la abertura A se produce un sonido que puede escucharse colocando el oído en la abertura B. Justifique por qué al deslizar el tubo 1 dentro del 2, se encuentran posiciones en las que no se percibe ningún sonido.

Si el desplazamiento lateral que hay que dar al tubo 1, desde que no se percibe ningún sonido, hasta que, de nuevo, se deja de percibir, es de 25 cm, ¿cuáles son la longitud de onda, la frecuencia y el periodo de las ondas sonoras si la celeridad de propagación del sonido en el aire es $v = 340 \text{ m s}^{-1}$?



PRUEBA N° 5

En la superficie libre de los líquidos y por acción de la gravedad y de la tensión superficial se originan ondas superficiales. La velocidad de propagación de estas ondas, siempre que la longitud de onda sea menor que la profundidad es:

$$v = \sqrt{\frac{g}{k} + \frac{\sigma k}{\rho}},$$

siendo g la aceleración de la gravedad en el lugar, ρ la densidad del líquido, σ la tensión superficial y k el número de ondas ($k = 2\pi / \lambda$).

Para el agua, $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ y $\sigma = 75 \cdot 10^{-5} \text{ N/cm}$.

Por otra parte, sabemos que si $\lambda > 10 \text{ cm}$, el término $\sigma k / \rho$ es despreciable, y si $\lambda < 10 \text{ cm}$, entonces podemos despreciar el término g / k . Con estos supuestos:

- Calcula la velocidad de unas ondas superficiales en el agua que a simple vista se observan de una longitud de onda bastante mayor de 10 cm y que hacen realizar 120 oscilaciones completas por minuto a un trozo de madera que flota en la superficie.
- Tomamos una fotografía en las aguas "rizadas" de un lago y observamos en ella que entre dos puntos distantes 1 m hay 20 "rizos" completos. Calcula ahora la velocidad de propagación de tales rizos.
- Demuestra que la mínima velocidad de las ondas superficiales del agua, cuando $\lambda \approx 10 \text{ cm}$ tiene por valor 23 cm s^{-1} .



PRUEBA N° 6

La leyenda cuenta que Arquímedes salió desnudo a la calle gritando *eureka* cuando, mientras se bañaba, se le ocurrió de repente la solución al problema que le planteó el rey Hieron II: *determinar si en la corona que le había fabricado un artesano había utilizado únicamente oro o parte del oro había sido sustituido por plata.*

Se le propone a continuación un método alternativo de resolución del problema:

Mediante una resistencia eléctrica, de capacidad térmica despreciable, se calientan 1,2 litros de agua en un recipiente aislado, tardándose 10 minutos en que la temperatura del agua pase de 20°C a 90°C. Se repite la experiencia, pero esta vez con la corona sumergida en el agua, observándose que en este caso el tiempo empleado fue de 10 minutos y 10 segundos.

A partir de los datos suministrados y sabiendo que la corona pesaba 440 g, ¿podría decirnos si la corona es de oro macizo? ¿y en caso contrario, cuál es la proporción de oro y plata que posee?

Datos: Calor específico del agua: $4180 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; capacidad térmica del recipiente: 70 J K^{-1} ; calor específico del oro: $130 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; calor específico de la plata: $235 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
