



Número de examen:

OLIMPIÁDA METROPOLITANA DE FÍSICA

NIVEL AVANZADO PROBLEMA DE DESARROLLO

NOMBRE COMPLETO:

ESCUELA A LA QUE PERTENECE:

NÚMERO DE EXÁMEN:

- *Chequee que el nivel de su prueba sea adecuado.*
- *No se pueden usar libros ni apuntes.*
- *La prueba dura un total de 3 horas.*
- *El problema de desarrollo se evaluará sobre un total de 10 puntos.*
- *Complete su respuesta, incluyendo brevemente los razonamientos que lo llevaron a la misma, en el recuadro que aparece al final de cada pregunta. Cualquier respuesta que se incluya fuera del recuadro no será tomada en cuenta a la hora de la corrección.*



Número de examen:

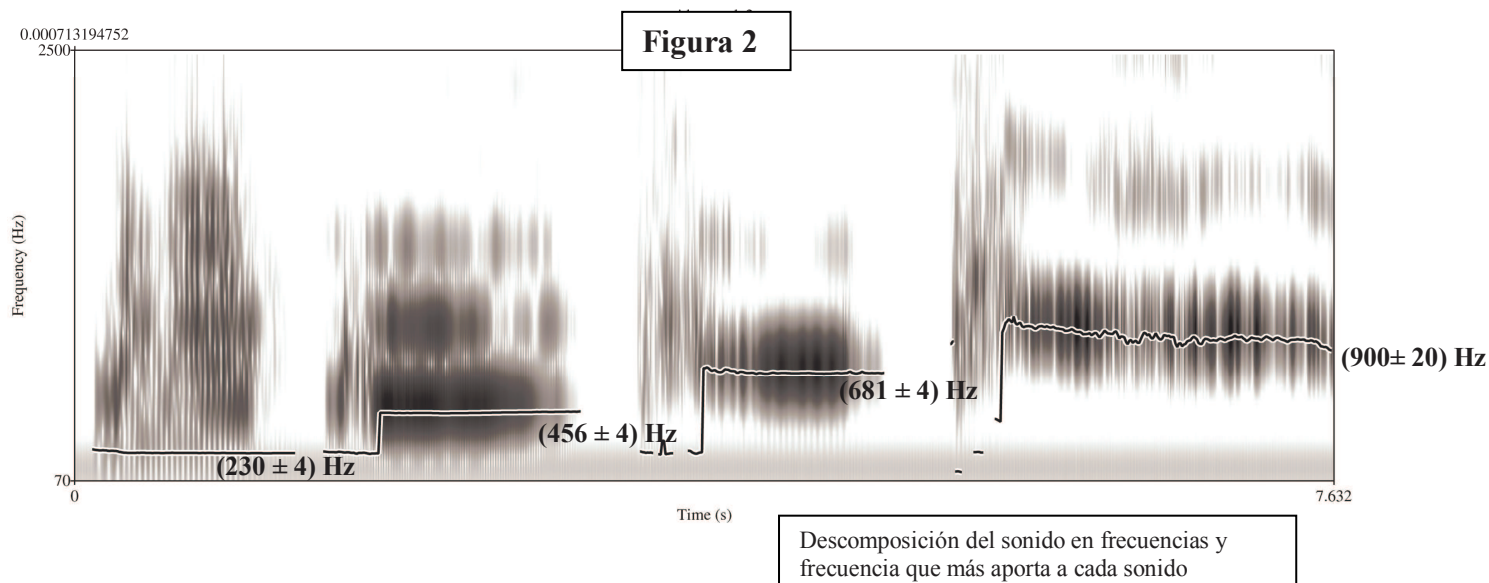
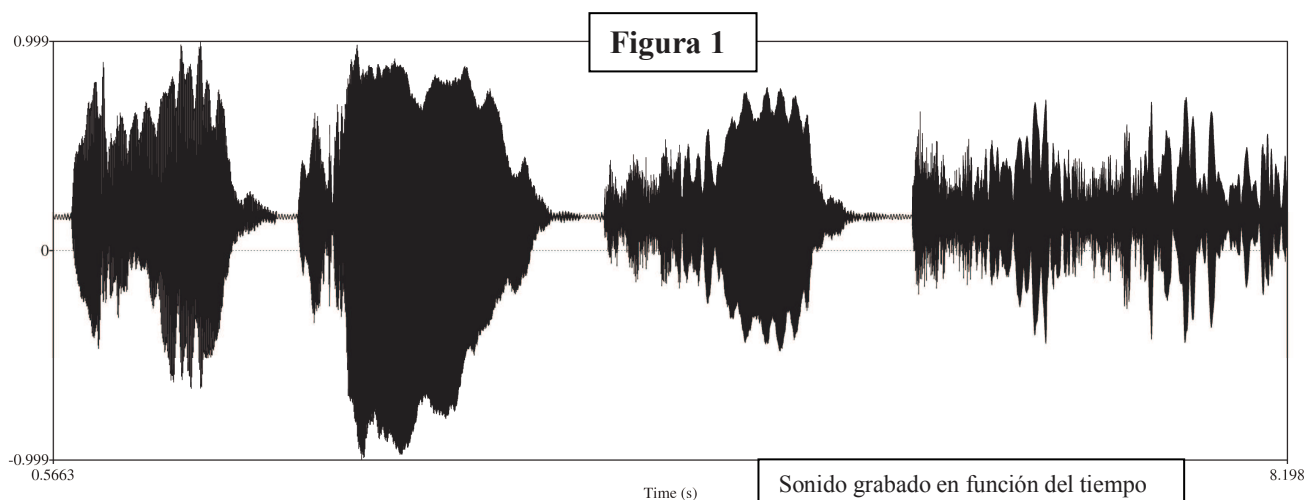
EL HIT DEL MUNDIAL

Les proponemos estudiar uno de los elementos más llamativos, molestos y a la vez divertidos del mundial Sudáfrica 2010.

OBSERVE Y ESCUCHE LA GRABACIÓN DE **LA VUVUZELA MUNDIALISTA** CON DETALLE. SERÁ REPRODUCIDA VARIAS VECES: A LOS 20 MINUTOS DEL COMIENZO DE LA PRUEBA y luego se volverá a reproducir algunas veces más durante la prueba

RECUERDEN ANOTAR TODOS AQUELLOS DETALLES QUE LE SEAN NECESARIOS RECORDAR.

En la figura 1 se muestra la variación de presión (sonido, en unidades arbitrarias) detectada por un micrófono debido a una vuvuzela. En la figura 2 se muestra un espectrograma, el cual incluye las frecuencias componentes de cada sonido de la figura 1. En línea llena se marca la frecuencia fundamental, que es la frecuencia más baja y además la más intensa, de cada sonido generado.





Número de examen:

La vuvuzela puede ser muy nociva para nuestros oídos si la escuchamos muy de cerca. Estudios científicos mostraron que a 30cm de la abertura de la misma la intensidad corresponde a **120dB**, el cual es el umbral de tolerancia en la audición (equivalente a un motor de avión en marcha).

Nivel de intensidad del sonido [dB] = $10 \cdot \log_{10} (I / I_0)$, es la unidad comparativa de medición del sonido, donde I_0 es el umbral de audición. Notar que si $I = I_0$ se recupera el valor correspondiente de la tabla de la derecha.

a) La intensidad (o lo que comúnmente llamamos volumen) del sonido disminuye con la distancia de emisión d de forma inversamente proporcional. Es decir que $I(d) = I_{0cm}/d^2$. Determine la intensidad con la que escuchan los hinchas del esquema las vuvuzelas de los demás en función de la intensidad a 30cm (I_{30cm}).

Ayuda: Notar que, por ejemplo, I_{30cm} no es 120dB, sino que es el valor que habría que usar para calcular el nivel de intensidad de sonido en la expresión del párrafo anterior.

Nivel de intensidad del sonido.¹

140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión despegando
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
50/60 dB	Aglomeración de Gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Respiración tranquila
0 dB	Umbral de audición

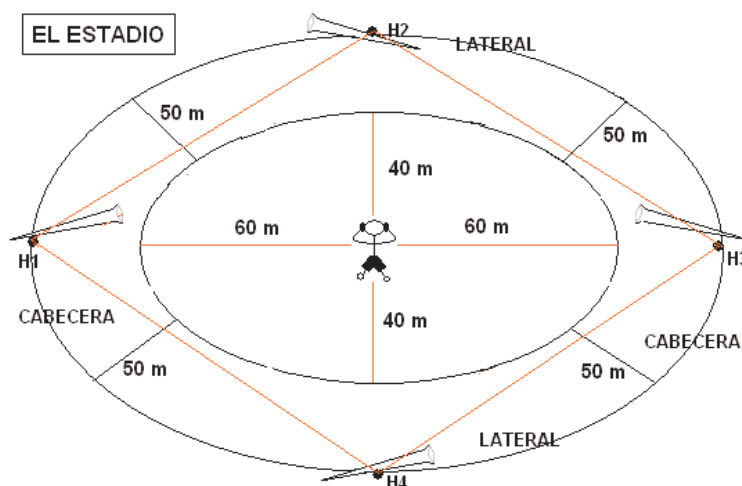
a)

b) El estadio mundialista tiene capacidad para albergar 10.000 hinchas en cada tribuna cabecera del estadio y 20.000 en los laterales de la misma. Determine si es posible, si todos tuviesen una vuvuzela y la tocasen simultáneamente, dejar sordo o aturdido (superar el umbral del dolor) a un jugador en el centro del campo de juego.

Ayuda: Debe usar las relaciones que obtuvo en el ítem anterior y el valor de intensidad comparativa conocido para 30cm

$$\log_{10}(a \cdot b) = \log_{10}(a) + \log_{10}(b) \quad \text{y}$$

$$\log_{10}(a/b) = \log_{10}(a) - \log_{10}(b)$$





Número de examen:

b)

Un hincha más instruido en cultura musical decide explorar los distintos sonidos que puede entregar la vuvuzela, además del zumbido incesante que escuchamos en los partidos. Este fanático les pide a ustedes (excelentes conocedores de física) que graben el sonido y como resultado obtienen lo que vemos en la grabación (figura 1). A cada sonido distinto usted le hace un zoom para ver en detalle las variaciones temporales de presión generadas por la vuvuzela (4 figuras – A, B, C, D – de la página del final).

c) Analice las 4 figuras con las variaciones temporales de presión y calcule las frecuencias (tonos en jerga musical) correspondientes a las mismas. ¿Puede asignar cada una de estas señales a su sonido y sector del espectrograma (figuras 1 y 2)? Compare los resultados de las figuras A, B, C y D con los que figuran en la figura 2. ¿Pueden asegurar que son resultados coincidentes?

c)

d) Para comprobar que este resultado tiene sentido, usted recurre a un modelo físico que le indica cómo son las ondas estacionarias que se producen dentro de este magnífico instrumento musical. Este modelo dice que las ondas estacionarias en la vuvuzela son equivalentes a las de un tubo de extremos abiertos de la misma longitud. Considerando lo que sucede para las ondas



Número de examen:

estacionarias en tubos de extremos abierto-abierto, utilizando la información sobre las frecuencias de la figura 2, ¿puede determinar la longitud de la vuvuzela?, ¿es consistente con la que tiene el demostrador? Recuerde que la velocidad del sonido es de 334m/s.

d)

e) Toque la vuvuzela (o vea como el demostrador lo hace) y proponga un mecanismo por el cual se producen las distintas frecuencias o tonos escuchados en función de la forma en que se sopla. Luego de esta experiencia, ¿cree que los músicos que tocan instrumentos de viento tienen una tarea sencilla?

e)



Olimpiada Metropolitana de Física
Departamento de Física
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UBA
14 de Septiembre del 2010
NIVEL AVANZADO



Número de examen:

