

Memoria académica del Proyecto de cooperación en materia de innovación e investigación entre el profesorado universitario y el profesorado no universitario de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

VIBRACIONES Y RUIDOS

COORDINADOR: PEDRO HUERTAS GALLARDO

UNIVERSIDAD DE CASTILLA – LA MANCHA

A.- ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS

A.1.- EN FUNCIÓN DE LA FINALIDAD DEL PROYECTO

Las finalidades de este proyecto han sido

I. Creación de experiencias prácticas sencillas que permitan al alumno identificar las magnitudes que caracterizan las ondas mecánicas.

En el proceso de elaboración de las guías de experiencias de laboratorio, hemos obtenido una serie de prácticas que, por su sencillez y facilidad de comprensión de los contenidos que se tratan en ellas, el alumno reforzará sus conocimientos sobre las ondas, sus efectos y su extrapolación a otras unidades y situaciones.

II. Concienciar al alumnado sobre los efectos del sonido y las vibraciones en las condiciones de vida.

En la última parte de este proyecto, se han vinculado los conocimientos adquiridos en el proceso con la prevención de riesgos laborales. Creemos que el alumno se encontrará en situación de extrapolar las conclusiones de este trabajo a la vida laboral y diaria de las personas, dejando una visión en los alumnos, de que esta forma de investigar y experimentar, es la base que tiene la ciencia para aportar soluciones para la mejora de las condiciones de vida.

III. Poder extrapolar los materiales elaborados a otras situaciones (formación del profesorado, actividades fuera del ámbito escolar...).

Las experiencias que se proponen, son extrapolables a otros niveles dentro del sistema educativo. Creemos que su adaptación no requiere un gran esfuerzo, siendo de gran ayuda el poder trabajar en el laboratorio, con alumnos de etapas diferentes para que ellos mismos sean conscientes de que sus conocimientos adquiridos van siendo de mayor complejidad a medida que se encuentran en cursos superiores. El trabajar con el mismo material a lo largo del desarrollo de su currículo escolar, favorecerá la adquisición de conocimientos.

Estos materiales pueden ser utilizados a su vez en la enseñanza superior, introduciendo elementos propios de esas enseñanzas, como el cálculo de errores ó la utilización del osciloscopio para obtener datos con mayor precisión.

Estos materiales quedan abiertos a cursos de perfeccionamiento del profesorado. Han sido elaborados para ser utilizados por los Centros y en la medida de lo posible, el material de la primera fase es sencillo y se encuentra en todos ellos. En cuanto al material de la segunda parte, creemos que puede estar disponible para Centros de una demarcación, de manera que, al ser fácilmente transportable, puede llevarse de uno a otro de manera sencilla.

Fuera del ámbito escolar, estos materiales dan una visión amplia sobre qué son las ondas, sus efectos y cómo evitar riesgos en la salud, siendo, por tanto, una herramienta sencilla para inculcar en la sociedad la necesidad de tomar precauciones y de la importancia de la ciencia para mejorar nuestras condiciones de vida.

A.2.- EN FUNCIÓN DE LOS OBJETIVOS ALCANZADOS

-Objetivos planteados y alcanzados:

1. Detectar los problemas que se encuentran a la hora de abordar los contenidos sobre vibraciones y ondas en 2º de Bachillerato.

La constitución de este grupo de trabajo, ha traído como consecuencia la exposición de los problemas que se encuentran en las aulas, tanto de Enseñanza Secundaria como de la Enseñanza Universitaria, y la manera de trabajar para encontrar una solución conjunta.

2. Analizar y proponer actividades que resuelvan los problemas de enseñanza aprendizaje de los contenidos que se desarrollen.

La aportación de ideas para desarrollar los contenidos, nos ha llevado a elaborar las guías que se han obtenido. Creemos que siguiendo el desarrollo de sus actividades, aclaran los conceptos que se tratan y, de una forma experimental, la adquisición de éstos es sencilla, dejando al alumno en situación de utilizar estos conocimientos en otros aspectos del currículo.

3. Valorar la puesta en práctica de estas actividades tanto desde el punto de vista del profesorado como del alumnado.

Al plantearnos prácticas sencillas y de fácil manejo, el montaje de las mismas no supondrá mucho tiempo, y por otro lado, el profesorado mantiene al alumnado bajo seguridad en el laboratorio. Desde el punto de vista del alumnado, el manejo sencillo junto con la utilización de programas informáticos va a llevarle a la adquisición de conocimientos y destrezas propias del método científico.

4. Reconocer la importancia de la medida de las características del sonido y de las vibraciones para mejorar las condiciones de vida y prevenir posibles riesgos para la salud.

Uno de los objetivos de este proyecto, es el de utilizar los conocimientos sobre el sonido y las vibraciones para prevenir riesgos en la salud de las personas. Siguiendo el desarrollo de las experiencias que proponemos, el alumno será capaz de entender la importancia del estudio llevado a cabo para aplicar estos conocimientos en la mejora de las condiciones de vida de las personas.

5. Analizar la posibilidad de poder utilizar estos recursos en otros contextos educativos (otros niveles, formación del profesorado...).

Al haber expuesto nuestro proyecto en distintas reuniones científicas, y el haber participado en discusiones e intercambios de impresiones, nos hace llegar a la conclusión de que este proyecto ha creado un interés en aquellas personas que se encuentran preocupadas por la transmisión y adquisición de conceptos científicos por el alumnado. Por esta razón, creemos que utilizar nuestro proyecto en otros contextos educativos (Enseñanza Universitaria, de formación del profesorado, de divulgación científica a diversos grupos sociales...) puede ser de gran utilidad.

También creemos que hemos sentado las bases para la creación de un grupo de investigación e innovación educativa, de profesores de Enseñanza Universitaria y Secundaria, para el desarrollo de nuevos materiales que ayuden a afianzar los conocimientos tratados en el Bachillerato y ESO, necesarios para que nuestros alumnos accedan a enseñanzas superiores con los conocimientos y destrezas necesarias para seguir con éxito su aprendizaje.

A.3.-EN FUNCIÓN DEL DESARROLLO DE LAS FASES Y RESPECTO A LOS PLAZOS ESTABLECIDOS

-Fases

1. Identificar las dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Se desarrolló en tiempo y forma establecida.

2. Propuesta de acciones educativas y elaboración de experiencias prácticas.

Se desarrolló en tiempo y forma establecida.

3. Utilización en el aula y obtención de resultados

El profesorado de Enseñanza Secundaria al que se ha ofrecido la guía, ha valorado positivamente el proyecto, mostrando interés por su aplicación en el aula. Hemos valorado el interés del profesorado por medio de encuestas que se les ha hecho llegar por medio de Google Docs.

Se han llevado a cabo con alumnos voluntarios de segundo de Bachillerato. Los resultados han sido positivos, pudiendo valorar el interés generado en ellos por medio de encuestas que se les ha hecho llegar mediante Google Docs.

En la Escuela Politécnica de Cuenca, se están realizando alguna de las experiencias propuestas, adaptadas al nivel universitario.

4. Análisis de resultados.

Se desarrolló en tiempo y forma establecida.

5. Propuesta final de material docente

Se desarrolló en tiempo y forma establecida.

A.4.- EN FUNCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

Tareas, metodología y personas involucradas

- **Tarea 1.Coordinación del proyecto.(PUC)**

El coordinador se ocupará de la correcta marcha del proyecto y de la consecución de los objetivos propuestos.

Duración: Toda la duración del proyecto

Hitos: Emisión de informe de progreso

Emisión de la memoria económica

Emisión de la memoria académica final.

Coordinación de las tareas de diseminación de resultados.

ANÁLISIS: Se ha cumplido esta tarea de forma y plazo establecida.

- **Tarea 2. Análisis de las posibles dificultades que se encuentran los alumnos y los profesores a la hora de abordar los contenidos.(PUC, PU, PUA, PS1,PS2,PS3,PS4)**

Mediante puestas en común se determinará qué aspectos se van a tratar para proponer las actividades prácticas sencillas.

Duración: De Septiembre a Diciembre de 2010.

Se debe hacer constar que en esta fase del proyecto se unió al equipo el Dr. Antonio J. Barbero García, al que denominaremos PUA

Hitos: Elaboración de un documento de trabajo.

ANÁLISIS: En esta tarea, ha sido fundamental la utilización del correo electrónico en el que se ha aportado las impresiones de cada miembro del equipo. La puesta en común de todas estas, ha llevado a la elaboración de las guías docentes y del alumnado.

- **Tarea 3. Elaboración de materiales para su uso en el aula.(PUC, PU, PUA, PS1,PS2,PS3,PS4)**

Mediante el documento de trabajo se elaborarán las experiencias y sus respectivas guías didácticas para su correcto desarrollo.

Duración: De Enero a Junio de 2011.

Hitos: Elaboración del informe de progreso.

ANÁLISIS: La elaboración del informe de progreso se llevó a cabo en el plazo establecido. Se elaboró un borrador sobre las experiencias que eran más indicadas a la vista de las propuestas de los miembros del equipo. Las modificaciones se fueron aplicando según se obtenían resultados, llevando a una propuesta final.

- **Tarea 4. Puesta en práctica en el aula recogiendo y analizando las respuestas de los alumnos y las impresiones del profesorado.(PUC, PU, PUA, PS1, PS2, PS3, PS4)**

La puesta en práctica de las experiencias diseñadas arrojará una serie de datos que serán recogidos por el profesorado, para su análisis y posibles correcciones que ayuden a eliminar las dificultades que se encuentren en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Duración: De Julio de 2011 a abril de 2013.

Hitos: Elaboración de “guías docentes” sobre las experiencias.

ANÁLISIS: debido a la amplitud del temario de segundo de Bachillerato, se optó por realizarlas con alumnado voluntario. La experiencia ha resultado positiva, pero los resultados de estos alumnos en la PAEG, nos dará una mejor aproximación en la comprensión de los contenidos a que hace referencia el proyecto.

Por otro lado, parte de las experiencias que se proponen en este proyecto, se han realizado en la asignatura de Física de la Escuela Politécnica de Cuenca, adaptadas a su nivel de conocimientos, durante los cursos 2011-2012 y 2012-2013, y ha sido valorado positivamente por el profesorado.

- **Tarea 5. Elaboración de la Memoria Académica Final Y la Memoria Económica. (PUC, PU, PUA, PS1, PS2, PS3, PS4)**

Con las “guías docentes”, los resultados obtenidos y el material utilizado se elaborarán las respectivas Memorias que serán emitidas por el Profesor Coordinador del proyecto.

Duración: De Enero a Abril de 2013.

ANÁLISIS: Se ha cumplido esta tarea en forma y plazo establecida

A.5.- EJECUCIÓN DEL COMPROMISO Y RELACIÓN DE LOS PARTICIPANTES (NIF) Y PERIODO EN EL QUE HAN PARTICIPADO.

Apellidos y nombre (denominación)	NIF	PERIODO EN EL QUE HA PARTICIPADO
Huertas Gallardo, Pedro (PUC)	70736176K	09/2010 – 04/2013
Escobar García, Isabel María (PU)	47063662G	09/2010 – 04/2013
Barbero García, Antonio J. (PUA)	22923072F	12/2010 – 04/2013
Bermejo Martín-Lázaro, Jesús (PS1)	4564069H	09/2010 – 04/2012
Martín Mata, Julio (PS4)	28991513J	09/2010 – 04/2013
Solano Delgado, Juan Carlos (PS2)	4583403D	09/2010 – 04/2013
Olivares De La Iglesia, María Inmaculada (PS3)	04567645Y	09/2010 – 04/2013

Distribución de responsabilidades y cronograma de las tareas

TAREAS	Persona responsable y otras involucradas	Año 2010				Año 2011												Enero de 2012- abril de 2013						
Tarea 1	PUC	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	x	x	
Tarea2	PUC,PU, PUA, PS1, PS2, PS3, PS4	x	x	x	x																			
Tarea3	PUC,PU, PUA, PS1, PS2, PS3, PS4					x	x	x	x	x	x													
Tarea4	PUC,PU, PUA, PS1, PS2, PS3, PS4																x	x	x	x	*	*	*	*
Tarea5	PUC,PU, PUA, PS1, PS2, PS3, PS4																			x	x	x	x	

A.6.- DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS Y DE LOS RESULTADOS.

CRITERIOS DE EVALUACION	VALORACIÓN
a) Se identifican los problemas de enseñanza aprendizaje y sus posibles causas.	SI
b) Los materiales propuestos se ajustan a la realidad del aula y al contexto educativo.	SI
c) Los alumnos comprenden la finalidad de estos materiales y son capaces de obtener conclusiones de su manejo.	SI
d) El profesor y el alumnado manejan estos instrumentos de forma sencilla y segura. Sus planteamientos son claros y permiten adaptarse al alumnado y a los contenidos que se abordan.	SI
e) Se pueden adaptar estos instrumentos a otros niveles educativos.	SI
f) La adquisición de estos materiales no presenta dificultades.	SI
g) La enseñanza del uso y utilidad de estos materiales a otros profesores supone una motivación adicional en su acción educativa.	SI

h) Se consigue una concienciación social hacia la contaminación acústica y de vibraciones, con futura utilidad en la prevención de riesgos laborales	SI
Procedimientos para la evaluación del proceso y resultados del proyecto	
Diciembre de 2010: se recogen aquellos contenidos que el equipo considera de especial atención y su motivo.	SI
Enero de 2010 a marzo de 2013: se elaboran materiales y cuadernos donde se anotan las observaciones en relación a su utilización.	SI
Abril de 2013: se elaboran los materiales y su guía didáctica en relación a la experiencia docente.	SI
Instrumentos de evaluación	
Análisis de resultados obtenidos en diferentes pruebas de diagnóstico de los alumnos donde hagan referencia a contenidos relacionados con los materiales elaborados.	SI
Análisis de los resultados obtenidos en la PAU.	EN PROCESO
Observación de las conclusiones a las que llegan los alumnos al interactuar con los materiales elaborados.	SI

B.- SÍNTESIS CON UN JUICIO VALORATIVO DEL PROCESO LLEVADO A CABO Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Como hemos concluido en las ponencias que se han realizado así como en el congreso en el que hemos participado, creemos que en este proceso que hemos llevado a cabo durante estos tres cursos académicos, se han sentado las bases para poder realizar otros Proyectos y continuar con el que hemos elaborado, utilizando los procedimientos que han dado lugar a éste. En dicho proceso, los pasos que hemos seguido, han permitido trabajar sobre la base de la experiencia del profesorado, partiendo de las lagunas que se han observado en el alumnado que accede a las enseñanzas universitarias en los contenidos a que hemos hecho referencia en este proyecto.

Al mismo tiempo, la colaboración entre profesores de distintos niveles educativos, se muestra como una herramienta útil para mejorar los conocimientos del alumnado para abordar enseñanzas superiores.

Los resultados obtenidos, han sido excelentes. Desde el punto de vista del profesorado, por la sencillez y claridad con que se exponen y aplican los contenidos sobre movimiento armónico y ondas, pero desde el punto de vista del alumnado, por expresar el interés que les ha suscitado el manejo de los aparatos y el visualizar experimentalmente, lo que se explica en las aulas,

siendo uno de los aspectos que mejor valoran el tiempo que han dedicado a las experiencias en el laboratorio.

C.- CONCLUSIONES INDICANDO:

C.1.- POSIBLES BENEFICIOS Y CONTRIBUCIONES DEL PROYECTO

1. Con este proyecto el alumno afianza los conceptos que se abordan en el bloque de contenidos sobre vibraciones y ondas de 2º de Bachillerato, para acceder a estudios superiores sin dificultad.

2. Se logra que exista una concienciación social para evitar la incidencia de ruidos y vibraciones perjudiciales para la salud, tanto individual como colectivamente, conociendo los medios para evitar riesgos laborales que se deriven de las condiciones en el lugar de trabajo.

3. Se han creado materiales didácticos que se pueden adaptar a distintos niveles, y pueden contribuir a una mejora de la cultura científica de la sociedad.

4. Representan un punto de partida para futuros proyectos educativos.

5.- En cuanto a la formación de futuros profesores, la utilización de este proyecto en el Máster de Profesores de Enseñanza Secundaria en la parte de didáctica de las Ciencias, dará una visión de que la investigación e innovación educativa es algo que está presente en nuestro sistema educativo.

C.2.- PREVISIÓN DE CONTINUIDAD Y DIFUSIÓN.

En cuanto a la difusión, este grupo de profesores ha participado en los siguientes foros científicos:

- Ponencia impartida en el II Encuentro sobre innovación docente en la enseñanza de la física universitaria, organizado por el Departamento de Física Aplicada de la UCLM. Escuela Politécnica de Cuenca. Mayo de 2011.
- Contribución con un póster en el 21º Encuentro Ibérico sobre la enseñanza de la Física de la XXXIII REUNIÓN BIENAL DE FÍSICA, organizado por la Real Sociedad Española de Física, celebrado en Santander en septiembre de 2011.
- Ponencia impartida en el III Encuentro sobre innovación docente en la enseñanza de la física universitaria, organizado por el Departamento de Física Aplicada de la UCLM. EIA de Ciudad Real. Marzo de 2013.
- Participación en el 22º Encuentro Ibérico sobre la enseñanza de la Física que se celebrará en Valencia en julio de 2013. Pendiente de evaluación del resumen enviado.

Estos eventos han dado lugar a las siguientes publicaciones:

- Capítulo en el libro publicado con título “Más experiencias de innovación docente en la enseñanza de la Física Universitaria”.

- Libro de actas del 23º Encuentro Ibérico sobre la enseñanza de la Física.

Previsión de continuidad:

- En los centros de secundaria donde se encuentra el profesorado de este grupo, se seguirán utilizando los materiales elaborados que quedarán depositados en el IES San José de Cuenca.
- En la Escuela Politécnica de Cuenca (UCLM), se han incluido distintas prácticas de este Proyecto como obligatorias para el alumnado de los Grados de Ingeniería de la Edificación y en el de Ingeniería de Sistemas Audiovisuales de Telecomunicaciones, con sus variaciones para la enseñanza universitaria dentro de las asignaturas que imparte el Departamento de Física Aplicada.
- La propuesta del grupo de profesores que ha desarrollado este Proyecto es la de ofertarlo al Centro de Regional de Formación del Profesorado, para que se le dé la máxima difusión posible.

D.- ANEXOS: DOCUMENTOS Y MATERIALES ELABORADOS.

ANEXO I.- CUADERNO DE LABORATORIO PARA EL ALUMNADO

ANEXO II.- GUIA DIDÁCTICA PARA EL PROFESORADO

ANEXO III.- PONENCIA EN LA E.P. DE CUENCA (UCLM). MAYO DE 2011

ANEXO IV.- RESUMEN Y PÓSTER APORTADOS AL 21º ENCUENTRO IBÉRICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DE LA XXXIII REUNIÓN BIENAL DE FÍSICA. SANTANDER SEPTIEMBRE DE 2011.

ANEXO V.- PONENCIA EN LA E.I.A. DE CIUDAD REAL (UCLM). MARZO DE 2013.

ANEXO VI: EVALUACIÓN POR PARTE DE PROFESORADO AJENO AL PROYECTO, MEDIANTE ENCUESTA REALIZADA EN GOOGLE DOCS®

ANEXO VII: EVALUACIÓN POR PARTE DEL ALUMNADO SOBRE LAS PRÁCTICAS DEL PROYECTO, MEDIANTE ENCUESTA REALIZADA EN GOOGLE DOCS®

ANEXO I.- CUADERNO DE LABORATORIO PARA EL ALUMNADO

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA.
UCLM/JCCM.
"VIBRACIONES Y RUIDOS"
(PRIMERA FASE: ESTUDIO DEL M.A.S.)**

Julio Martín Mata^{1,4}, **Pedro Huertas Gallardo**¹, **Isabel María Escobar García**¹,
Antonio J. Barbero García²,
Juan Carlos Solano Delgado⁵, **María Inmaculada Olivares de la Iglesia**³.

¹. Departamento de Física Aplicada, E.P. de Cuenca,
Universidad de Castilla- La Mancha

². Departamento de Física Aplicada, Facultad de Farmacia de Albacete.
Universidad de Castilla- La Mancha.

³. I.E.S. San José de Cuenca

⁴. I.E.S. Jorge Manrique (Motilla del Palancar)

⁵. I.E.S. La Hontanilla (Tarancón)

1 RESUMEN

Siendo conscientes de la falta de afianzamiento de los conceptos básicos de física de los alumnos de Bachillerato que acceden a los estudios universitarios, un grupo de profesores de enseñanza universitaria y secundaria, proponemos una serie de actividades para trabajar de forma experimental los contenidos sobre movimiento armónico simple. Todo ello utilizando los recursos que habitualmente se encuentran en un instituto de enseñanza secundaria.

2 INTRODUCCIÓN

Ante los resultados que se encuentran en primer curso universitario en las distintas titulaciones que se ofertan en la UCLM y, por otro lado, la preocupante situación de la asignatura de Física en el 2º curso de Bachillerato (elegida por poco alumnado, dificultad de la asignatura...), llevan a un grupo de profesores del Departamento de Física Aplicada de la UCLM y de Enseñanza Secundaria de la especialidad de Física y Química, a plantearse cómo aportar soluciones a esta situación.

Uno de los conceptos que mayor dificultad de asimilación encuentran los alumnos de Bachillerato, se tiene en la comprensión y estudio del movimiento ondulatorio. Estas lagunas las llevan los alumnos a los primeros cursos de la Universidad.

Se plantean dos cuestiones de partida:

1. Cuáles son los conceptos de los que debe partir el alumno para poder afrontar, con éxito, el estudio del movimiento ondulatorio.
2. Qué tipo de actividades se pueden planificar, de manera que sean versátiles, fáciles de montar y que utilicen los recursos habituales en un Centro de Secundaria.

A la primera cuestión, parece que son los conceptos de Amplitud, Periodo, frecuencia y desfase entre dos movimientos, los que el alumno debe conocer para, a partir de ellos, ampliar sus conocimientos a frecuencia angular, ecuación del MAS y posterior estudio del movimiento ondulatorio.

En cuanto a la segunda cuestión, parece indicado utilizar montajes que puedan ser útiles en algún otro momento del curso. Se propone el estudio de los contenidos citados, a partir de la utilización del péndulo simple, creando en él un MAS. Hay que indicar que este montaje es utilizado en el estudio de g mediante un ajuste lineal para estudiar el campo gravitatorio.

En las experiencias que se proponen, se pretende la utilización de las TIC, favoreciendo su uso para la presentación de informes de laboratorio. Para ello, el manejo de hojas de

cálculo, procesadores de texto y correo electrónico, llevará al alumnado a integrar estos programas en la asignatura de Física.

3 EXPERIENCIAS DISEÑADAS

Se diseñan las siguientes experiencias:

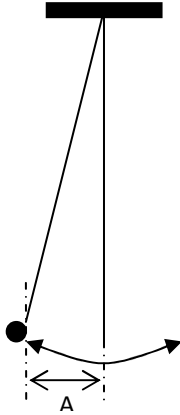
- **PRÁCTICA 1:** Calcular T, f, w de diferentes MAS, a partir del movimiento periódico de un péndulo, a diferentes ángulos con igual amplitud.
- **PRÁCTICA 2:** Calcular T, f, w de diferentes MAS, a partir del movimiento periódico de un péndulo, a diferentes ángulos con diferente amplitud.
- **PRÁCTICA 3:** Estudiar la velocidad, aceleración y energía de un MAS, a partir del movimiento periódico de un péndulo. Estudio y conocimiento de la Energía potencial elástica en MV creados en otros materiales.

La realización de todas estas experiencias, llevarán al alumnado de 2º de Bachillerato, a comprender y asimilar los contenidos y conceptos que creemos básicos para el posterior estudio del movimiento ondulatorio y sus aplicaciones en situaciones reales.

Los guiones de las prácticas elaborados, son los siguientes:

PRÁCTICA 1: CÁLCULO DEL PERIODO Y FRECUENCIA DE UN MAS

INTRODUCCIÓN:



Un MAS es un movimiento en el cual, se repiten las posiciones cada cierto tiempo. A partir del periodo de un MAS, se puede obtener la frecuencia de dicho movimiento. El estudio de un MAS, lo realizaremos a partir de un péndulo simple. Con este estudio, se pretende afianzar los conceptos de periodo, frecuencia y amplitud de un MAS.

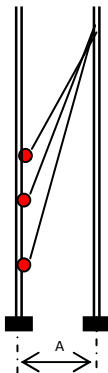
OBJETIVOS:

- Comprender el concepto de amplitud de un MAS.
- Obtener el valor del periodo de un MAS, y a partir de éste, obtener el valor de la frecuencia.
- Comprender el concepto de frecuencia angular y fase de un MV.

MATERIAL:

- 2 soportes
- Péndulo
- Cronómetro
- Medidor de ángulos
- Regla milimetrada
- 2 nueces

CASO PRÁCTICO:



Según el montaje que se adjunta vamos a calcular el periodo y la frecuencia de distintos casos en los que mantendremos la amplitud de estos movimientos fija e iremos variando la longitud del hilo del péndulo. Utilizaremos ángulos de desplazamiento del péndulo con respecto a la horizontal, menores a 15° , para asegurarnos que el movimiento es un MAS.

Para calcular el periodo, tomaremos el tiempo para 10 oscilaciones, repitiéndolo 5 veces, calculando su valor como la media de estos, para minimizar los errores.

La ecuación que nos va a proporcionar la relación entre X , A , w , T y f va a ser:

$X = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$ (*), Siendo X el desplazamiento con respecto a la posición de equilibrio.

Definimos una nueva magnitud, frecuencia angular, que se determina según $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

Por tanto, la ecuación (*) quedaría de la forma:

$$X = A \cos(\omega t)$$

ACTIVIDADES

1.-

a) Elabora una hoja de cálculo en la que se relacionen A, T, f, tomando como guía el siguiente ejemplo:

A	L	10 oscil.	Oscil/10	T media	f

b) Elabora una hoja de cálculo para obtener los valores de $\frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ (rad/s), denominada frecuencia angular, tomando como guía el siguiente ejemplo:

f (Hz)					
$\frac{2\pi}{T} = 2\pi f$ (rad/s)					

2.-Comenta los resultados

3.- Elabora una hoja de datos en la que se obtengan los valores de X mediante las ecuaciones

$$X = A \cos(\omega t) \text{ y } X = A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

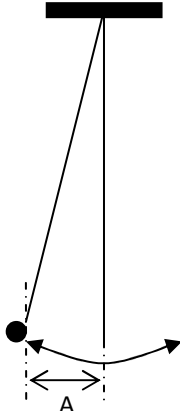
Obtén su representación y coméntalas

COMENTARIOS:

- Una tercera parte, consistiría en realizar un montaje con péndulos, donde se viese el desfase entre los movimientos.
- En este punto, se informa a los alumnos que el término $\omega t + \delta$, se le denomina fase del movimiento.

PRÁCTICA 2: CÁLCULO DEL PERIODO Y FRECUENCIA DE UN MAS

INTRODUCCIÓN:



Un MAS es un movimiento en el cual, se repiten las posiciones cada cierto tiempo. A partir del periodo de un MAS, se puede obtener la frecuencia de dicho movimiento. El estudio de un MAS, lo realizaremos a partir de un péndulo simple. Con este estudio, se pretende afianzar los conceptos de periodo, frecuencia y amplitud de un MAS.

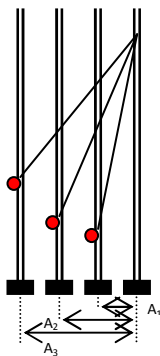
OBJETIVOS:

- Comprender el concepto de amplitud de un MAS.
- Obtener el valor del periodo de un MAS, y a partir de éste, obtener el valor de la frecuencia.

MATERIAL:

- 2 soportes
- Péndulo
- Cronómetro
- Medidor de ángulos
- Regla milimetrada
- 2 nueces

CASO PRÁCTICO:



Según el montaje que se adjunta vamos a calcular el periodo y la frecuencia de distintos casos en los que mantendremos la longitud del péndulo fija e iremos variando la amplitud del movimiento.

Utilizaremos ángulos de desplazamiento del péndulo con respecto a la horizontal, menores a 15° , para asegurarnos que el movimiento es un MAS.

Para calcular el periodo, tomaremos el tiempo para 10 oscilaciones, repitiéndolo 5 veces, calculando su valor como la media de estos, para minimizar los errores.

Podemos calcular la frecuencia angular utilizando la relación:

$$\omega = 2\pi f$$

Obteniendo los siguientes valores:

La ecuación que nos va a proporcionar la relación entre X, A, ω , T y f va a ser:

$$X = A \cos(\omega t)$$

Siendo X el desplazamiento con respecto a la posición de equilibrio.

ACTIVIDADES

1.-

A) Elabora una hoja de cálculo en la que se relacionen A, T, f.

L	A	10 oscil.	Oscil/10	T media	f

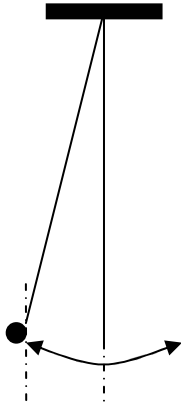
b) Elabora una hoja de cálculo donde se relacione f con la frecuencia angular para cada caso.

f (Hz)				
$\omega(rad / s)$				

2.-Comenta los resultados

PRÁCTICA 3: ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA Y ENERGÍA DE UN MAS

INTRODUCCIÓN:



Las ecuaciones que nos va a definir la posición del péndulo en un instante dado, va a ser:

$$X = A \operatorname{sen}(\omega t + \delta)$$

Por tanto la velocidad de la partícula y su aceleración, vendrán determinados por:

$$v = \frac{\partial X}{\partial t} = A \omega \cos(\omega t + \delta)$$

$$a = \frac{\partial v}{\partial t} = -A \omega^2 \operatorname{sen}(\omega t + \delta)$$

Por otro lado, la Energía cinética y Potencial en el MAS del péndulo, vienen dadas por:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \cos^2(\omega t + \delta)$$

$$E_p = mgh$$

Definiendo la Energía mecánica como

$$E_m = E_c + E_p$$

OBJETIVOS:

- Comprender el concepto de velocidad y aceleración de un MAS.
- Obtener el valor de la Energía mecánica de un MAS.

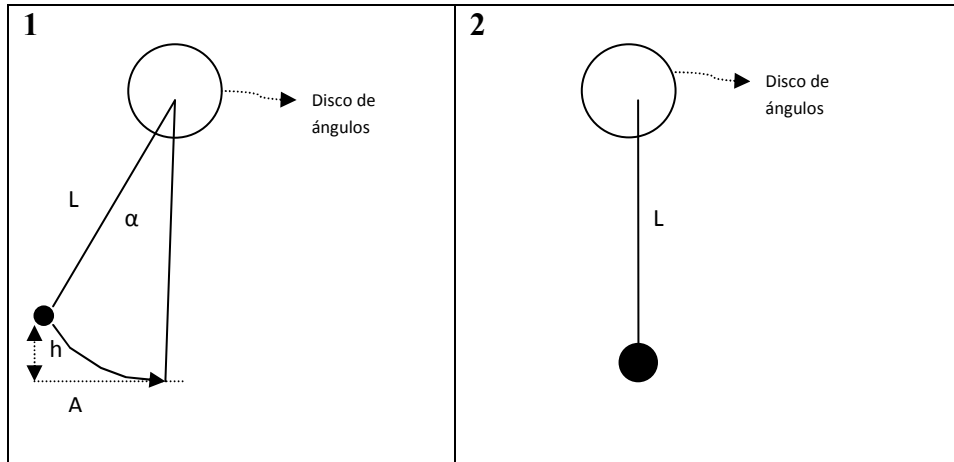
MATERIAL:

- Disco medidor de ángulos
- Péndulo
- Cuerda inextensible de 1 m de longitud
- Cronómetro
- Regla milimetrada
- Nueces
- Regla
- Carril
- Bola
- Carrito
- Soportes

CASO PRÁCTICO:

PRTE A

Estudiamos la variación de x , v y a en el movimiento del péndulo.



En la posición 1, la v de la partícula es 0 m/s , puesto que se encuentra en reposo. Para que se dé esta circunstancia, δ debe tener un valor de $\frac{\pi}{2}$. La a de la partícula tendrá un valor negativo.

En el punto 2, el tiempo transcurrido será de $T/4$, la a tendrá un valor de 0 , y la v alcanzará su valor máximo, siendo esta negativa.

Vamos a comprobar experimentalmente estos resultados teóricos.

Obtenemos el T , f y w para un MAS, operando de la misma forma que en las experiencias 1 y 2.

L	A	10oscil.	Oscil/10	T media	f

Obtenemos w :

f (Hz)	
$\omega(\text{rad} / \text{s})$	

Para un δ con valor $\frac{\pi}{2}$, podemos obtener los valores de x , v y a para un intervalo de tiempo con valores comprendidos entre 0 y $T/4$ s, completando la tabla siguiente:

t(s)	x (m)	v (m/s)	a (m/s ²)

Realizar el mismo cálculo pero para el intervalo de tiempos T/4 a T/2, T/2 a 3T/4 y de 3T/4 a T.

ACTIVIDADES PARTE A

1. Elabora una hoja de cálculos donde se realicen los cálculos que se piden.
2. obtén las representaciones de X-v, X-a y v-a.
3. interpreta los resultados obtenidos para cada intervalo de tiempo, resaltando los signos obtenidos, en v y a, para relacionarlos con movimiento acelerado ó decelerado.

PARTE B 1

En esta parte estudiaremos la relación entre Ep, Ec y Em en un MAS.

Si dejamos balancearse al péndulo desde la posición 1, hasta la 2, por el PCE, podemos decir, en ausencia de rozamientos, que la Ep gravitatoria de la posición 1, se transforma en Ec en la posición 2. Ha transcurrido un tiempo de T/4, por lo que la Ec en 2 podemos asegurar que es:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \text{sen}^2\left(\frac{2\pi}{T}\frac{T}{4} + \delta\right) = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \text{sen}^2\left(\frac{\pi}{2} + \delta\right)$$

Si tomamos δ como $\frac{\pi}{2}$, la Ec tendrá el siguiente valor:

$$E_c = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \cos^2\left(\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 \cos^2(\pi) = \frac{1}{2}mA^2\omega^2 = \frac{1}{2}mA^2\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 (*)$$

En el movimiento de la PARTE A hemos obtenido el T del mismo. Podemos calcular la Ec del movimiento en el punto 2 si pesamos el péndulo.

En el punto 2 la Em del péndulo sería igual a la Ec en el mismo, puesto que Ep sería nula.

Podemos decir que, en ausencia de rozamientos que lleven a una pérdida de energía, la Em del péndulo (por tanto del MAS producido), sería:

$$Em = Ec_{\text{máxima}} = \frac{1}{2}mA^2\omega^2, \text{ y por tanto, } Em = Ec_2 = Ep_1.$$

ACTIVIDADES PARTE B 1

1. Con los datos de la parte A, completa la siguiente tabla, para los intervalos de tiempos entre 0 y T/4, T/4 a T/2, T/2 a 3T/4 y de 3T/4 a T.

m(Kg)	t (s)	v(m/s)	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ (J)

2. compara el valor de la Ec en T/4 obtenida con el valor de la v, con la obtenida mediante la ecuación (*).

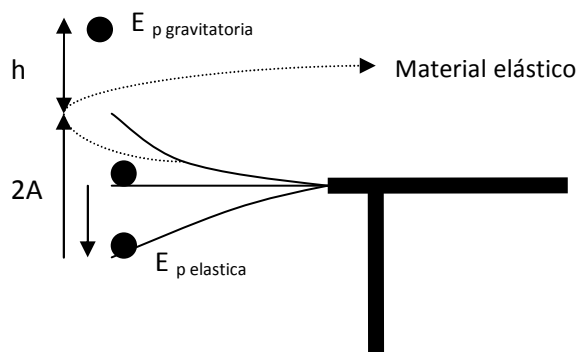
3. calcula el valor de la $E_{p \text{ gravitatoria}}$ en cada punto. Elabora una tabla en la que se observen los valores de E_c y $E_{p \text{ gravitatoria}}$.
4. Realiza la representación de la E_c en función del tiempo.
5. Realiza la representación de la E_c y la E_p en función del tiempo.
6. comenta los resultados obtenidos en las anteriores cuestiones.

PARTE B 2

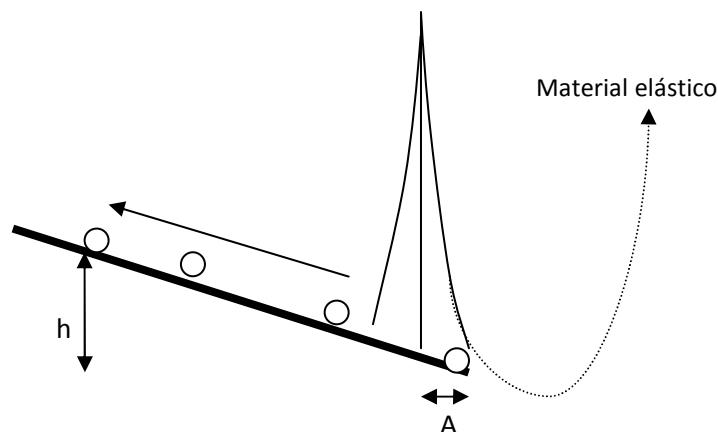
En esta parte, se estudiará la Energía potencial elástica. Esta energía se encuentra asociada a las propiedades elásticas del material que se encuentra bajo la acción de una fuerza deformadora. Experimentalmente, se sabe que la energía potencial elástica que el cuerpo posee, es proporcional al cuadrado de la amplitud del movimiento vibratorio que adquiere (A^2).

Para poner de manifiesto esta dependencia, se utilizarán las siguientes experiencias:

1. Transformación de la Energía potencial elástica en Energía cinética y potencial gravitatoria de un cuerpo. En este caso se comprueba que el material elástico, adquiere un movimiento vibratorio, que se puede caracterizar por las magnitudes ya estudiadas (A, t, f, w, x, v, a).



2. Cuantificación de la Energía potencial elástica por su transformación en energía potencial gravitatoria. Para cuantificar la energía potencial elástica de un cuerpo, utilizaremos el ejemplo anterior, llevando un objeto hasta el máximo de altura que adquiere, a través de un plano inclinado. La máxima altura que adquiera, nos dará su E_p , y por tanto, la E_p elástica del cuerpo.



ACTIVIDADES B 2

- Según el apartado 2, completa la siguiente tabla e interpreta los resultados en función de A.

α (°)	β (°)	A (cm)	x (cm)	x-11 (cm)	h (cm)	$E_p = E_{pe}$ (J)	A^2 (m ²)	E_e/A^2	

- Representa la E_{elastica} en función de la amplitud al cuadrado. Comenta el resultado.
- Diseña una experiencia donde se pudiese obtener las magnitudes características para definir el MVA que adquiere el material elástico que hemos utilizado.
- Define el Módulo de Young.

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA.
UCLM/JCCM.
"VIBRACIONES Y ONDAS"
(SEGUNDA FASE: MOVIMIENTO ONDULATORIO)**

1 RESUMEN

En esta fase, proponemos una serie de actividades para trabajar de forma experimental los contenidos sobre movimiento ondulatorio, partiendo del estudio del MAS. Todo ello utilizando los recursos que habitualmente se encuentran en un instituto de enseñanza secundaria y la propuesta de materiales que creemos básicos para el estudio de las propiedades de las ondas.

2 INTRODUCCIÓN

Para el estudio del movimiento ondulatorio, nos basamos en las ondas estacionarias que se forman tanto en una cuerda como en un tubo de Kundt para el sonido. El manejo de generadores de frecuencias, altavoces, polímetros, sonómetros y la hoja de cálculo, va a aportar al alumnado una visión del laboratorio más acorde con la realidad física que le rodea.

Las experiencias que se proponen son fáciles de montar y creemos que los principios físicos en que se basan, son los adecuados para afianzar los conceptos sobre el movimiento ondulatorio. Por su sencillez y facilidad de manejo, son aptas para poder transportarse a otros centros ó aulas que no sean de laboratorio. Esta segunda fase del Proyecto, finaliza con una aplicación de los conocimientos adquiridos a la Prevención de Riesgos laborales, donde el alumnado va a encontrarse con una introducción al estudio sobre los efectos del ruido y las vibraciones en la salud laboral.

3 EXPERIENCIAS DISEÑADAS

Se diseñan las siguientes experiencias:

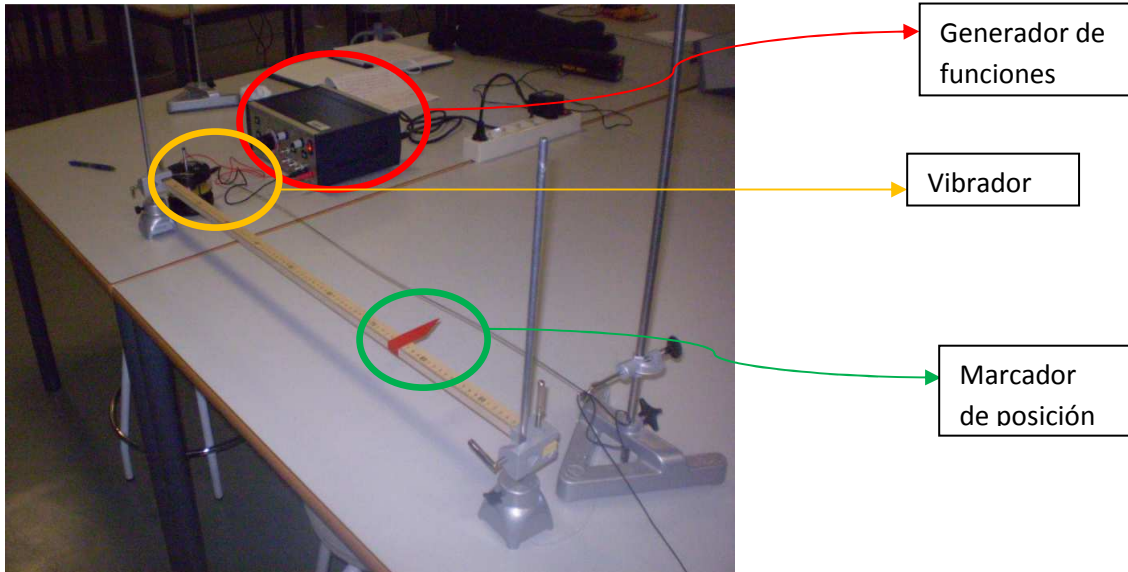
- **PRÁCTICA 4:** Estudio de ondas estacionarias creadas en una cuerda fija en sus extremos.
- **PRÁCTICA 5:** Estudio de las ondas sonoras. Obtención de ondas estacionarias en el tubo de Kundt y de los parámetros que las definen. Cálculo de la propagación del sonido en el aire.
- **PRÁCTICA 6:** Transmisión de perturbaciones. Resonancia.
- **PRÁCTICA 7:** Medida de la intensidad del sonido. La sensación sonora.
- **PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.**

La realización de todas estas experiencias, llevarán al alumnado de 2º de Bachillerato, a comprender y asimilar los contenidos y conceptos que creemos básicos para el estudio del movimiento ondulatorio y sus aplicaciones en situaciones reales.

Los guiones de las prácticas elaborados, son los siguientes:

PRÁCTICA 4: ESTUDIO DE ONDAS ESTACIONARIAS CREADAS EN UNA CUERDA FIJA EN SUS EXTREMOS

INTRODUCCIÓN:



Para una cuerda a la que se le aplica un mas, podemos crear ondas estacionarias, donde podremos estudiar los parámetros que las definen.

El tipo de movimiento que se propaga crea una onda, y lo hace mediante un medio material (la cuerda), propagando la energía del movimiento armónico que hemos aplicado en un extremo. Se formarán en la cuerda ondas estacionarias, fruto de la superposición de dos ondas que viajan en la cuerda, pero en sentidos contrarios.

Vamos a estudiar los parámetros que definen esa onda: longitud de onda (λ), frecuencia (ν) y velocidad de propagación (v), existiendo la relación entre ellas

$$v = \lambda \cdot \nu$$

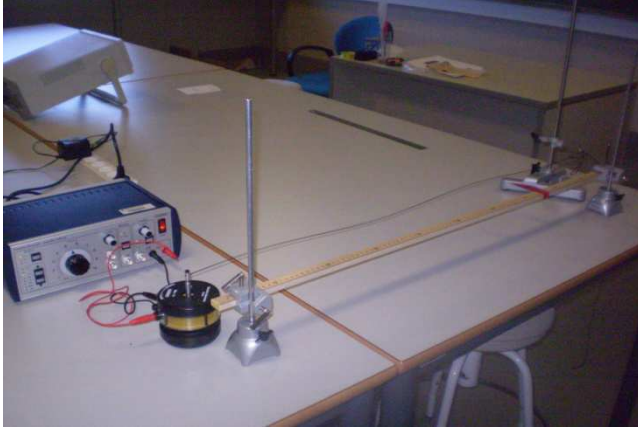
OBJETIVOS:

- Comprender el concepto de onda material.
- Entender cómo se forma una onda estacionaria.
- Comprender los conceptos de nodo, vientre, longitud de onda y velocidad de propagación
- Obtener el valor de la longitud de una onda y relacionarla con su frecuencia y la velocidad de propagación.
- Estudiar las consecuencias de variar las propiedades del medio en el valor de la velocidad de propagación de una onda.
- Ser conscientes de que en todas las mediciones se pueden cometer errores, que pueden derivar de las propias limitaciones del equipo de medida ó por nuestra forma de obtener dicha medida.

MATERIAL:

- 2 soportes
- Hilo
- Generador de vibraciones
- Generador de frecuencias
- Regla milimetrada
- Nueces

CASO PRÁCTICO:



Para obtener las ondas estacionarias que se producen en la cuerda, se cambia la frecuencia de vibración y con la ayuda de la regla, se miden las posiciones a que se encuentran los nodos. Estos aparecen por interferencias de ondas en la cuerda, que se encuentra fija en sus extremos. La aparición de estas figuras se debe a la propagación de la vibración en este medio elástico (concepto de onda de materia).

En esta práctica vamos a obtener la velocidad de propagación de las ondas en la cuerda de 1 metro de longitud. Calcularemos la distancia entre nodos, siendo esta la mitad de la longitud de onda. Para calcular la velocidad de propagación de la onda, utilizaremos la siguiente relación:

$$v = \lambda \cdot \nu$$

En el modo fundamental, los extremos son los únicos nodos que encontramos, siendo, por lo tanto, la distancia nodo a nodo 1m, y su longitud de onda 2 m. A partir de este modo fundamental, se debe ir variando la frecuencia de vibración, para encontrar los modos de vibración, y por tanto las longitudes de onda asociadas.

Una forma de encontrar la velocidad de propagación de las ondas en la cuerda, es representando λ frente a $1/\nu$. Si ajustamos una recta a los puntos que obtenemos, su pendiente nos dará de forma aproximada la velocidad de la onda, ya que:

$$\lambda = m \cdot \frac{1}{\nu}, \text{ donde } m \approx v \text{ representaría la pendiente de la recta.}$$

ACTIVIDADES

1.-

a) Elabora una hoja de cálculo en la que se relacionen λ , ν y v , tomando como guía el siguiente ejemplo:

ν (Hz)	Distancia nodo 1	Distancia nodo 2	Distancia nodo-nodo (d)	$\lambda = 2 d$ (m)	$v = \lambda \cdot \nu$ (ms^{-1})

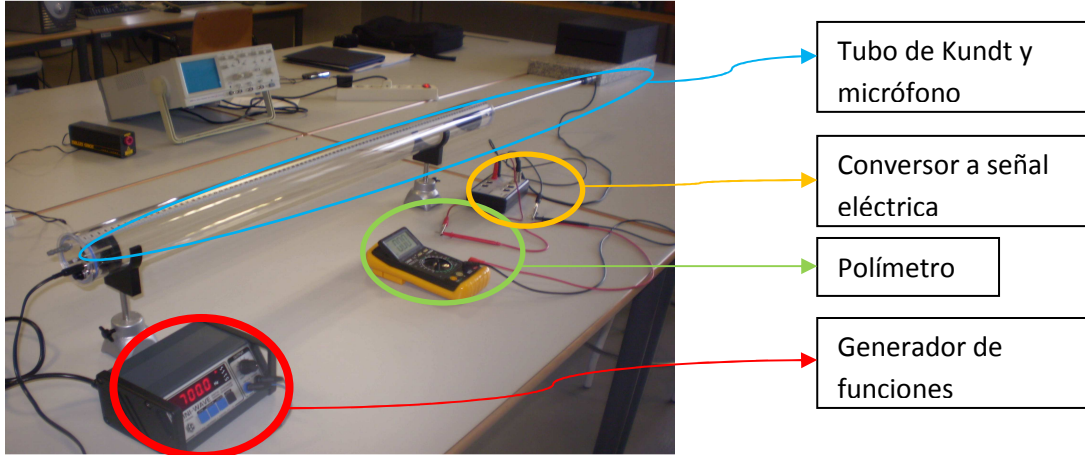
b) representa λ en función de $1/v$, siendo la pendiente de la recta que más se ajusta a los puntos, la velocidad de propagación.

c) Realiza la misma experiencia, pero aumentando la tensión de la cuerda.

2.-Comenta los resultados

PRÁCTICA 5: ESTUDIO DE LAS ONDAS SONORAS. OBTENCIÓN DE ONDAS ESTACIONARIAS EN EL TUBO DE KUNDT Y DE LOS PARÁMETROS QUE LAS DEFINEN. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DEL SONIDO EN EL AIRE.

INTRODUCCIÓN:



Para obtener el valor de la velocidad de propagación del sonido en el aire, vamos a crear ondas estacionarias de presión en el interior de un tubo cerrado (tubo de Kundt) de 1 m de longitud. La distancia entre dos nodos, equivale a la mitad de la longitud de onda creada. Si obtenemos la longitud de onda y la frecuencia a la que la estamos generando, podemos calcular la velocidad de propagación de la onda, ya que:

$$c = \lambda \cdot f$$

El rango en el que vamos a tomar nuestras medidas se encontrarán entre los 350 y 2000 Hz. Para asegurar esto, debemos ser conscientes de que nos encontramos con un tubo de 1 m de longitud, lo que nos limita las medidas a una distancia entre nodos menores a 1 m, ya que éstas serán la mitad de la longitud de onda.

Si tomamos la velocidad de propagación de la onda como de 340 ms^{-1} , podemos acotar los valores en que vamos a tomar nuestros datos:

Para el espectro audible (entre 50 y 20000Hz) los valores de longitudes de onda vendrían dados por

$$\lambda = \frac{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{f}, \text{ lo que nos daría unos valores de longitud de onda } 6,8 \text{ m} \leq \lambda \leq 0,017 \text{ m}$$

y, al ser $\lambda = 2 \text{ distancia(nodo - nodo)} \Rightarrow \text{ distancia} = \frac{\lambda}{2}$ lo que nos daría

$3,4 \text{ m} \leq \text{ distancia} \leq 0,0085 \text{ m}$. Esos 3,4 m se nos sale de la longitud del tubo de Kundt y 0,85 cm es muy corta para poder asegurarnos un dato fiable.

Si utilizamos un rango entre 350 y 2000 Hz, las distancias entre nodos variarán

$$\lambda = \frac{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{f} = \frac{340}{350} = 0,97 \text{ m} \Rightarrow \text{ distancia} = 0,485 \text{ m}$$

Para una frecuencia de 2000 Hz:

$$\lambda = \frac{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{f} = \frac{340}{2000} = 0,17 \text{ m} \Rightarrow \text{ distancia} = 0,085 \text{ m}$$

Valores que se encuentran en un rango aceptable para poder obtener datos fiables.

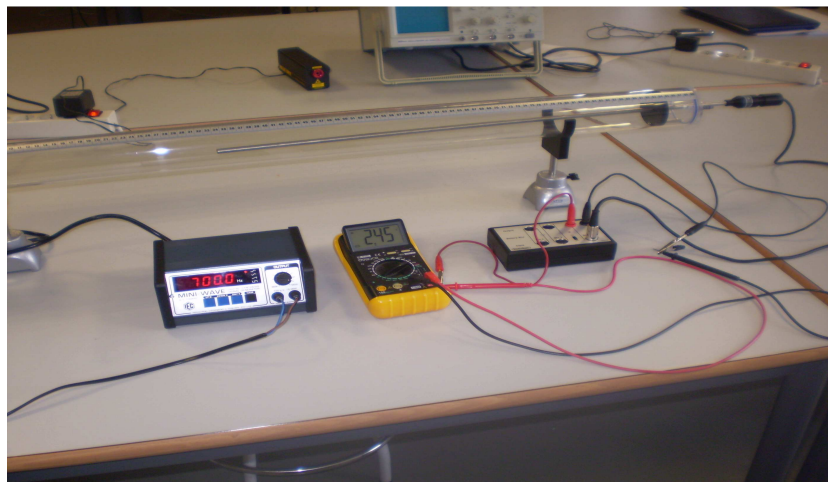
OBJETIVOS:

- Comprender que el sonido se propaga como una onda de presión.
- Entender que en un tubo cerrado por sus dos extremos se forma una onda estacionaria.
- Comprender los conceptos de nodo, vientre, longitud de onda y velocidad de propagación del sonido en el aire.
- Obtener el valor de la longitud de una onda y relacionarla con su frecuencia para obtener la velocidad de propagación.
- Comprender la diferencia entre sonidos agudos y graves
- Ser conscientes de que en todas las mediciones se pueden cometer errores, que pueden derivar de las propias limitaciones del equipo de medida ó por nuestra forma de obtener dicha medida.

MATERIAL:

- Tubo de Kundt de 1 m de longitud
- Micrófono
- Conversor de señales de presión a señales eléctricas.
- Polímetro
- Generador de funciones

CASO PRÁCTICO:



Como hemos visto en la introducción, dentro del tubo vamos a generar una onda de presión, que al encontrarse en un tubo cerrado, nos va a generar una onda estacionaria, en la que se tendrán nodos (mínimos en presión) y vientres (máximos de presión). La particularidad de estas ondas, es que en el extremo opuesto al altavoz, vamos a encontrar un máximo de presión

ACTIVIDADES

1.- Tomar los datos de frecuencia, distancia del primer nodo (d_1) y del segundo nodo (d_2), y completar la tabla, entre 350 y 2000 Hz en intervalos de 50 Hz:

Frecuencia (f) Hz	d_1 (cm)	d_2 (cm)	d_1-d_2	$d_1-d_2/100$	$v(\lambda \cdot f)$	$1/f$	$\lambda(2 \cdot (d_1 - d_2/100))$

- 2.- Obtener la representación de longitud de onda frente al inverso de la frecuencia.
¿Qué representará la pendiente de la recta que une los puntos obtenidos?
¿Se ajustan los puntos exactamente a la recta?. Da una explicación a este suceso.

PRÁCTICA 6: TRANSMISIÓN DE PERTURBACIONES. RESONANCIA

INTRODUCCIÓN:

Una onda material, consiste en la transmisión de una perturbación en el medio en que se produce. No existe propagación de materia, pero sí que la hay de energía. Al alcanzar la perturbación un punto del medio, si en ese punto se dan las condiciones idóneas, se absorberá la energía que llega a este. A éste fenómeno se le conoce como resonancia, y para que se dé, la frecuencia natural del punto al que llega la perturbación del medio, debe ser igual al de dicha perturbación.

Para verlo en más detalle, utilizaremos péndulos cuyo vínculo será la cuerda a la que se encuentren unidos. Crearemos una perturbación en un punto de la cuerda, mediante un péndulo que oscila con un mas, para observar qué ocurre en el ó los péndulos que se encuentren enlazados a la cuerda.

OBJETIVOS:

Estudiar el fenómeno de la resonancia.

MATERIAL:

- Péndulos de distinta longitud
- Cuerda para acoplarlos

CASO PRÁCTICO:

PRIMERA PARTE: DOS PÉNDULOS ACOPLADOS



Se puede observar que el péndulo dónde no se origina la perturbación, al cabo de un tiempo realiza la oscilación como el primero, habiendo absorbido la energía de la cuerda donde se propaga aquella

SEGUNDA PARTE: VARIOS PÉNDULOS CON DISTINTAS LONGITUDES

Hemos realizado el montaje de cuatro péndulos acoplados, de manera que al primero de ellos, que va a ser el que utilizemos para crear la perturbación, vamos a ir variando su longitud para que coincida con cada uno de los otros tres. De esta forma, iremos variando la frecuencia del movimiento, y por tanto, la perturbación que se propaga por la cuerda a la que se encuentran enlazados los cuatro péndulos.

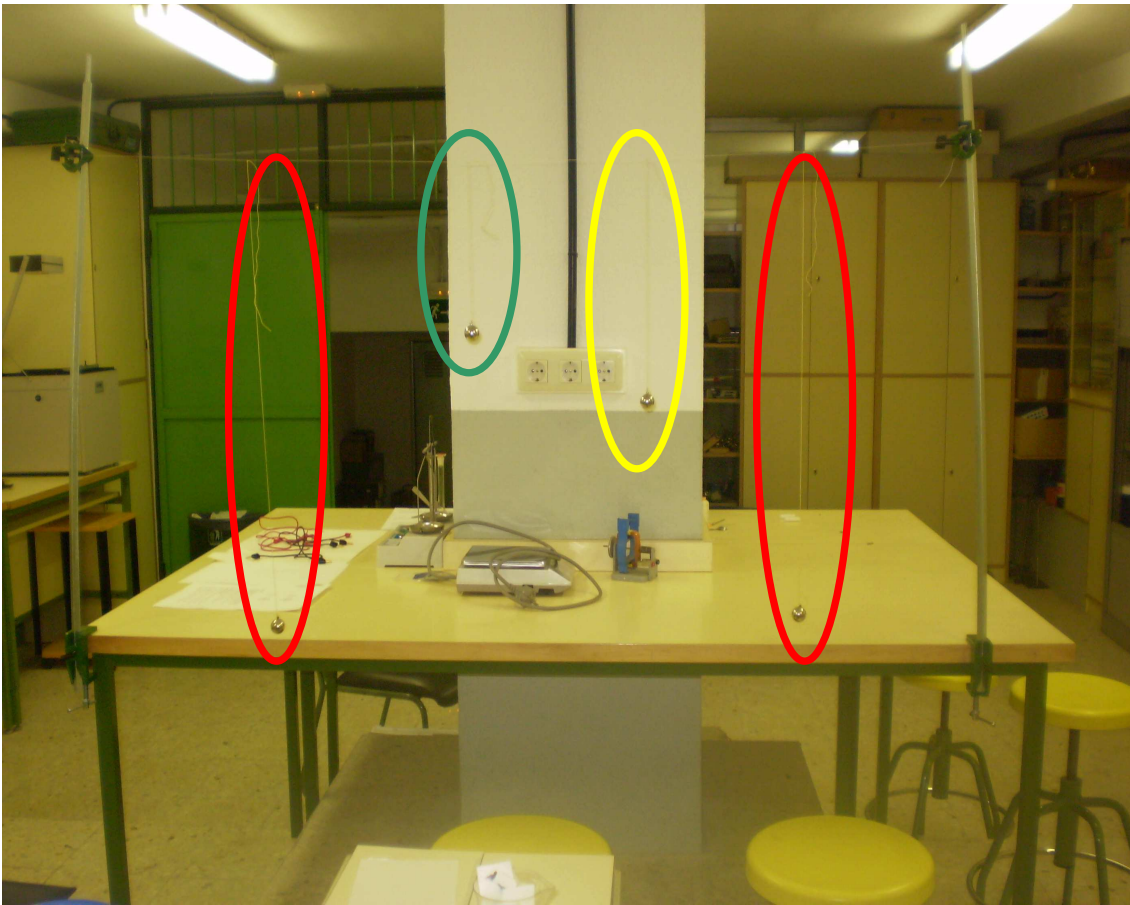


Imagen 1.-En esta experiencia, el péndulo 1, que genera la perturbación, coincide en longitud con el péndulo 4.

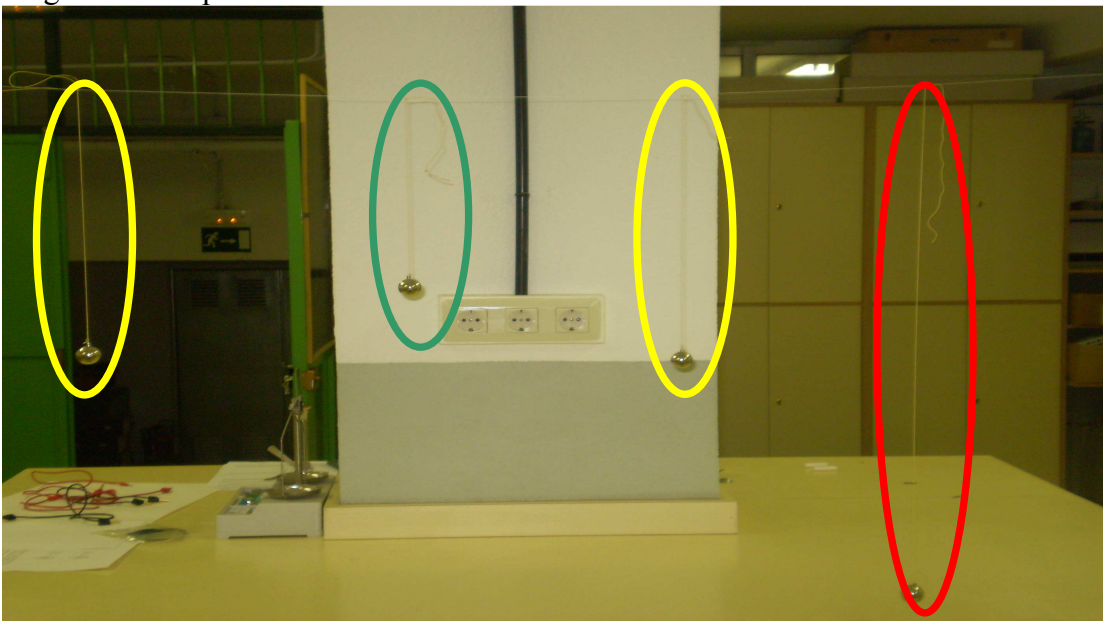


Imagen 2.-En esta experiencia son los péndulos 1 y 3 los que tienen la misma longitud.

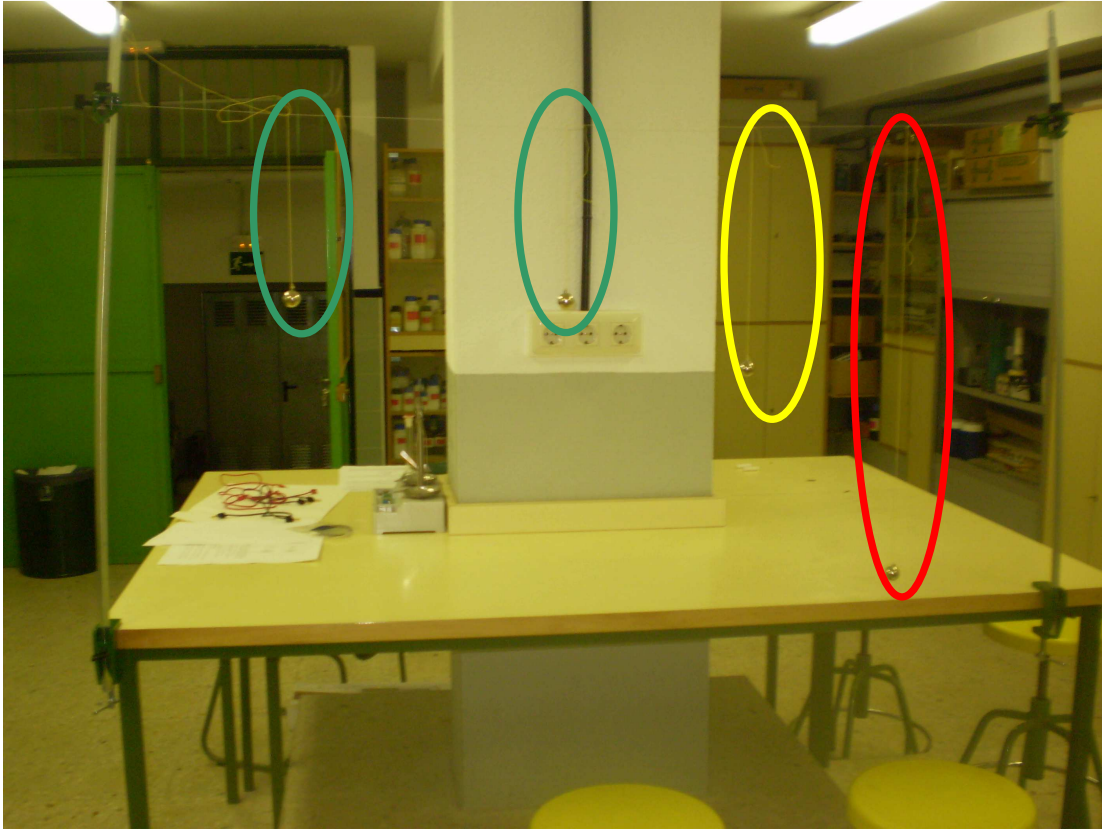


Imagen 3.-Aquí serían los péndulos 1 y 2 tienen la misma longitud.

ACTIVIDADES

- 1.- A la vista de lo que ocurre en los dos péndulos acoplados de la primera parte, predecir qué ocurrirá en cada situación.
- 2.- Intenta explicar, a la vista del fenómeno de resonancia, las tres situaciones que se describen:
 1. Al tener lugar un terremoto, unos edificios caen y otros no.
 2. Cuando hay obras cerca de un edificio con maquinaria pesada, los cristales de las ventanas pueden llegar a romperse.
 3. Al mover el dial de una radio, se cogen emisoras diferentes a distintas frecuencias.
 4. Cuentan que el tenor Caruso, era capaz de romper una copa de fino cristal al dar un do de pecho.

PRÁCTICA 7: MEDIDA DE LA INTENSIDAD DEL SONIDO. LA SENSACIÓN SONORA.

INTRODUCCIÓN:

El nivel de intensidad del sonido, está relacionado con la Intensidad mediante la expresión

$$NI = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

La Intensidad, nos dice la Potencia que llega a un punto por unidad de superficie, su unidad es de watio por metro cuadrado ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$).

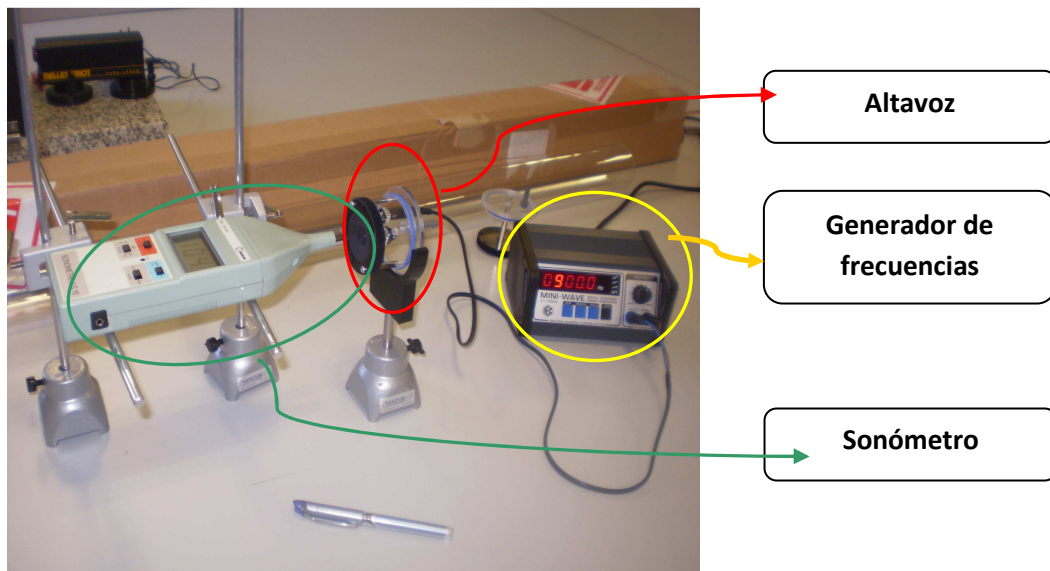
I_0 es la intensidad umbral con la que percibimos sonido. Su valor es de $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

NI nos va a dar la relación entre la Intensidad que llega a un punto y la umbral. Su unidad es de Decibel (dB).

OBJETIVOS:

- Distinguir entre sonidos graves y agudos.
- Relacionar frecuencia con la intensidad del sonido.
- Relacionar el NI con la amplitud de la onda sonora.
- Comprender que los aparatos de medida tienen sus limitaciones, y que se pueden acotar.

MATERIAL:



CASO PRÁCTICO:

1. Tomar el valor de NI al variar la frecuencia de vibración del altavoz, a amplitud constante.

frec (Hz)	NI (dB)
100	
200	
300	
400	
500	
600	
700	
800	
900	
1000	
1100	
1200	
1300	
1400	
1500	
1600	
1700	
1800	
1900	
2000	
2300	
2400	
2500	

2. Representar los datos NI frente a frecuencia.
3. Clasificar sonidos como graves ó agudos entre 500 y 1100 Hz.

frec (Hz)	GRAVE	AGUDO
500		
600		
700		
800		
900		
1000		
1100		

4. A una misma frecuencia, variar la amplitud de la onda creada

posición amplitud	NI (dB)
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Comentar la sensación entre dos posiciones separadas en 20 dB.

5. Para un mismo nivel de intensidad (NI), anotar la sensación sonora a 200 Hz y 2000 Hz.

VIBRACIONES

Podemos definir las vibraciones como el movimiento de un cuerpo entre dos posiciones extremas, pasando por una posición intermedia de equilibrio.

En el caso del cuerpo humano, se trataría de todo movimiento oscilante, respecto de una posición de equilibrio, transmitido por estructuras sólidas (suelo, empuñaduras de una herramienta mecánica, asiento de un medio de transporte, etc.).

Estas vibraciones se pueden clasificar por la zona del cuerpo afectada en:

-Según sus características:

- SINUSOIDALES
- PERIÓDICAS
- ALEATORIAS

- Según la zona del cuerpo afectada

- LOCALIZADAS (por ejemplo sistema mano- brazo)
- TOTALIDAD DEL CUERPO.

Las vibraciones sinusoidales siguen la ecuación

$$x(t) = A \cdot \text{sen}(\omega_0 t + \varphi)$$

Por tanto, derivando, podemos encontrar la velocidad y la aceleración de este movimiento.

La frecuencia angular de la vibración, está relacionada con la frecuencia del movimiento según la ecuación

$$\omega_0 = 2\pi f$$

Cuando una parte del cuerpo entra en resonancia con la vibración, se produce una absorción de la energía de aquella, pudiendo afectar al organismo. Así, las frecuencias de resonancia que se encuentran, para las cuales puede existir efectos en la salud:

EFECTOS GLOBALES	CABEZA HOMBRO	CRANEO-MANDÍBULA
<ul style="list-style-type: none"> • Rango 3 a 6 Hz (sentado) • Rango 10 a 14 Hz (de pie) 	Entre 20 y 30 Hz	Entre 100 y 200 Hz

Las vibraciones se transmiten al organismo de diferentes formas dependiendo de los puntos de contacto con el foco emisor:

- Por las extremidades inferiores si se está de pie
- Por la pelvis si se está sentado
- Por las extremidades superiores en caso de herramientas vibrátiles.

Además pueden influir los siguientes factores:

- Tiempo de exposición
 - i) Exposiciones breves: afectan al sistema nervioso central provocando fatiga, insomnio...
 - ii) De larga duración: afectan a la zona lumbar de la columna vertebral.
- Posición del sujeto (sentado ó de pie)
- Factores individuales del trabajador.

Podemos establecer según las vibraciones a que se somete el cuerpo, cuáles pueden ser las consecuencias y se puede indicar los lugares donde se encuentra una persona expuesta a ellas:

VIBRACIONES	DÓNDE SE PRODUCEN	CONSECUENCIAS
<p>MENORES A 2 Hz (muy baja frecuencia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agricultura: tractores • Construcción: vehículos y equipos pesados • Serrerías: sierras mecánicas • Textil: telares, máquinas de coser • Transportes: barcos, aviones, coches... 	<p>Estimulan el laberinto del oído interno. Provocan trastornos en el sistema nervioso central, pudiendo provocar mareos y vómitos</p>
<p>DE 2 A 20 Hz (baja frecuencia)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vehículos de transporte • Vehículos industriales • Carretillas elevadoras • Tractores y maquinaria agrícola • Maquinaria y vehículos de obra pública • Plataformas vibrantes 	<p>Lumbalgias, lumbociáticas, hernias... Agravan lesiones raquídeas e inciden sobre trastornos debidos a malas posturas. Síntomas neurológicos: dificultad del equilibrio. Pueden provocar trastornos en la visión.</p>
<p>DE 20 A 1000 Hz (alta frecuencia)</p>	<p>Herramientas manuales rotativas alternativas y percutores como: Moledores, pulidoras, martillos picadores, rompe-hormigones...</p>	<p>Entre 20 y 40 Hz se provocan trastornos osteoarticulares como: artrosis, lesiones del codo y muñeca. Entre 40 y 300 Hz se provocan trastornos vasomotores, como calambres ó síndrome de Raynaud. Mayores de 300 Hz pueden aparecer trastornos neuromusculares, sensitivos y tróficos.</p>

Para realizar medidas de las vibraciones a que se somete el cuerpo, se pueden llevar a cabo midiendo la aceleración de estas. Los aparatos que las miden se denominan acelerómetros, y son utilizados por ser más fácil medir la aceleración del movimiento vibratorio que su frecuencia. Algunos ejemplos de estos aparatos los vemos en la siguiente figura:



Ejemplo de acelerómetros y de medidor de vibraciones. (<http://www.alava-ing.es>)

La Unión Europea, establece los límites de las aceleraciones a que se deben someter el cuerpo humano, y son recogidas en la Directiva Europea 2002/44/EC, que se puede resumir en:

LUGAR DE EXPOSICIÓN	VALORES DE ACELERACIÓN (ms ⁻²)
Vibraciones mano -brazo	Nivel de acción: Para 8 horas de exposición es de 2,5 m/s². A partir de ese valor se debe de informar al trabajador. Medidas: Formación y establecer medidas técnicas y organizativas para reducir la exposición
	Valor límite: Para 8 horas es de 5 m/s². A partir de aquí, cualquier persona no protegida corre riesgos importantes.
Vibraciones en todo el cuerpo	Nivel de acción: Para 8 horas en 0,5 m/s²
	Valor límite: Para 8 horas en 1,15 m/s²

ACTIVIDADES

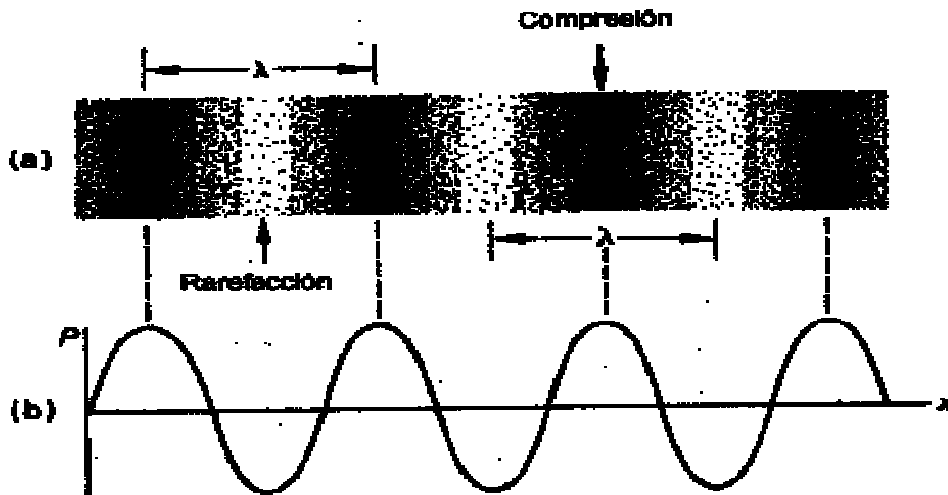
1.- Expón alguna medida para que las vibraciones de un tractor, no pasen a su conductor, que se encuentra sentado.

2.- ¿Qué medida propondrías para que las vibraciones de un martillo percutor no afecten al trabajador?

RUIDO

El ruido es una característica física asociada al sentido del oído que apreciamos, en general, como molesto.

Es una onda de sonido, donde varía la presión de equilibrio del aire.



Onda de presión (sonido) (<http://www.acienciasgalilei.com/public/forobb/viewtopic.php>)

En la industria, puede estar generado por motores, escapes de aire comprimido, rozamiento e impacto de elementos mecánicos, maquinaria y herramientas, prensas, telares, etc.,...

Los ruidos a los que nos podemos ver afectados, pueden ser de tres tipos:

- Ruido continuo. El espectro de frecuencias y el nivel de intensidad son prácticamente constantes durante toda la jornada.
- Ruido no continuo. Este puede ser intermitente ó fluctuante.
- Ruido de impacto.

Los instrumentos de medida serán los sonómetros, aunque también existen dosímetros que pueden portar los trabajadores.

Efectos sobre la salud:

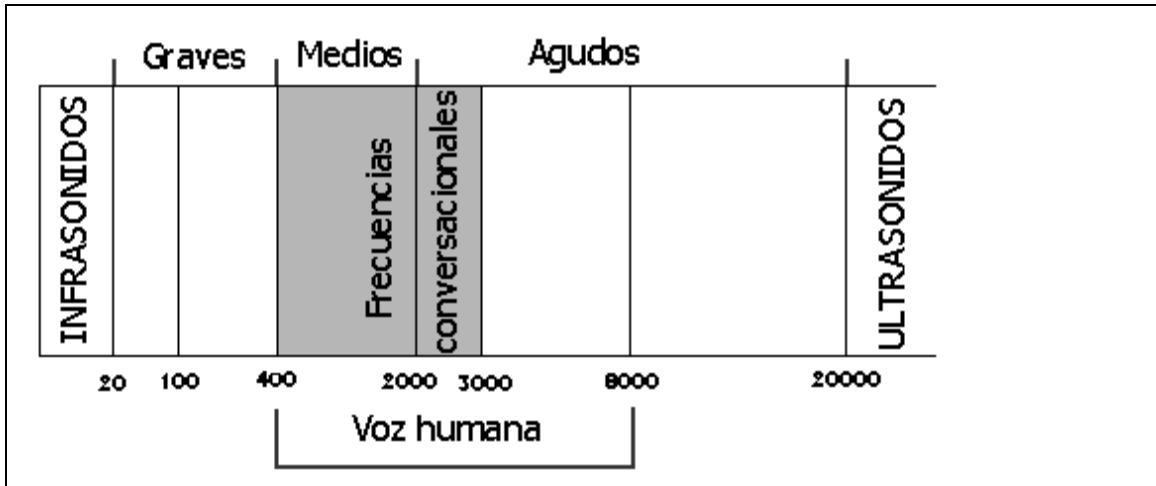
Por exposición prolongada a altos niveles de ruido	Lesiones en el oído interno: <ul style="list-style-type: none"> • Sordera profesional • Trauma sonoro
Por contacto	<ul style="list-style-type: none"> • Alteraciones del sistema nervioso central • Dolores de cabeza • Vértigos • Fatiga • Modificaciones de reflejo • Daños por calentamiento de la

	piel, huesos ó células.
Por vía aérea	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo anormal de las células • Efectos hematológicos • Efectos genéticos • Desplazamiento de la audición

El espectro acústico se puede diferenciar entre:

INFRASONIDOS	Menor que 20 Hz
SONIDO	Entre 20 y 20000 Hz
ULTRASONIDO	Mayor a 20000 Hz

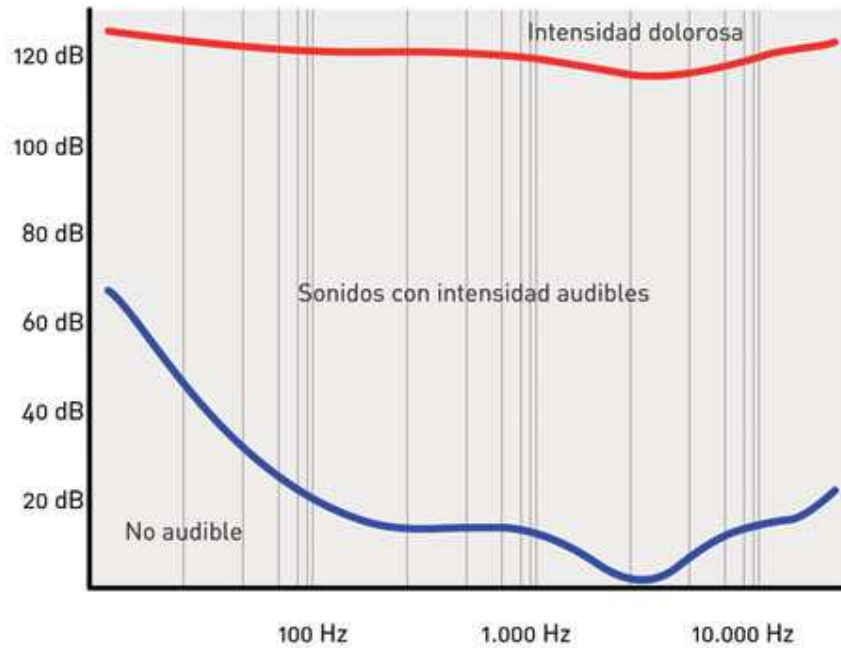
La voz humana quedaría en este espectro de la siguiente manera:



El Nivel de Intensidad acústica (NI) viene determinado por la ecuación:

$$NI = 10 \log \left(\frac{I}{I_{ref}} \right) \text{ cuya unidad es el dB, donde } I_{ref} = 10^{-12} Wm^{-2}$$

En el siguiente gráfico, se relaciona la frecuencia con la Intensidad y el NI en dB



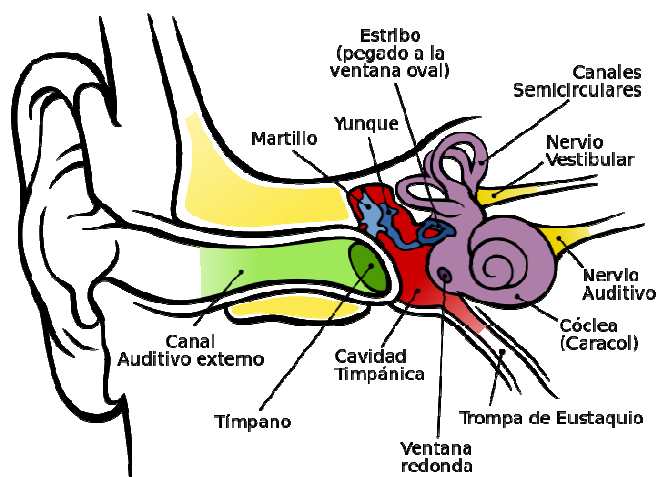
Relación de la frecuencia con el NI y la Intensidad del sonido.
<http://www.revistacec.com/articulo.asp>

Hay características de los sonidos que son importantes a la hora de cuantificar un ruido:

- Las frecuencias graves son poco perceptibles frente a las agudas.
- La máxima sensibilidad del oído se encuentra entre 2 y 6 KHz.
- El aumento del NI sonora no sigue una relación lineal, puesto que para duplicar un NI, debido a su condición logarítmica,

$$NI_2 = 10 \log \left(\frac{2I}{I_{ref}} \right) = 10 \log \left(\frac{I}{I_{ref}} \right) + 10 \log 2 \Rightarrow NI_2 = NI_1 + 3,01dB$$

Para determinar los efectos sobre la salud, es necesario determinar los mecanismos de la audición, siendo la anatomía del oído:



Esquema del sistema auditivo

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomia_del_Oido_humano.svg

Al llegar el ruido al canal auditivo, el tímpano será sensible a las variaciones de presión entre el medio externo y el interno, que se irá transmitiendo hasta el nervio auditivo.

La sensación subjetiva de molestia, puede resumirse en:

Nivel sonoro (dB)	Valoración Subjetiva
30	Débil
50- 60	Moderado
70- 80	Fuerte
90	Muy fuerte
120	Ensordecidor
130	Umbral de sensación dolorosa

ACTIVIDADES

1.- Busca la normativa municipal sobre ruido de tu ciudad. Haz un resumen sobre los puntos a que hace referencia.

REFERENCIAS

¹Guiones de prácticas de laboratorio. Fundamentos de física para Grado de Ingeniería de la Edificación. Escuela Politécnica de Cuenca. Plataforma Moodle. UCLM.

²Guiones de prácticas de laboratorio. Fundamentos de Física para Grado de Ingeniería de Sistemas Audiovisuales y Telecomunicaciones. Escuela Politécnica de Cuenca. Plataforma Moodle. UCLM.

³Decreto 85/2008, de 17 de junio de 2008, por el que se establece y ordena el Currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Castilla- La Mancha (DOCM del 20).

⁴Apuntes del Máster en Ingeniería impartido en la Escuela Politécnica de Cuenca. UCLM.

ANEXO II.- GUIA DIDÁCTICA PARA EL PROFESORADO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA. UCLM/JCCM.
"VIBRACIONES Y ONDAS"

RESULTADOS DE LA PRIMERA FASE

PRÁCTICA 1

MONTAJE



calculamos el periodo y la frecuencia de distintos casos en los que mantenemos la amplitud de estos movimientos fija y variamos la longitud del hilo del péndulo.

Utilizamos ángulos de desplazamiento del péndulo con respecto a la horizontal, menores a 15° , para asegurarnos que el movimiento es un MAS.

A (m)	L (m)	10 oscil	Oscil/10	T media	f(Hz)
0.05	0.59	15.44	1.544	1.54	0.64935065
		15.41	1.541		
		15.43	1.543		
		15.40	1.540		
		15.32	1.532		
0.05	0.50	14.29	1.429	1.4232	0.70026419
		14.08	1.408		
		14.20	1.420		
		14.24	1.424		
		14.35	1.435		
0.05	0.33	11.61	1.161	1.1652	0.85822176
		11.59	1.159		
		11.79	1.179		
		11.69	1.169		
		11.63	1.163		

f (Hz)	0.64935065	0.70026419	0.85822176
$\frac{2\pi}{T} = 2\pi f (rad / s)$	4.0799923	4.41482947	5.39236638

MONTAJE



Calculamos el periodo y la frecuencia de distintos casos en los que mantenemos la longitud del péndulo fija y variamos la amplitud del movimiento.

Utilizamos ángulos de desplazamiento del péndulo con respecto a la horizontal, menores a 15° , para asegurarnos que el movimiento es un MAS.

L(m)	A(m)	10 oscil.	Oscil/10 (s)	T media	f(Hz)
0.59	0.13 (15°)	14.81	1.481	1.52975	0.65370
		15.42	1.542		
		15.52	1.552		
		15.55	1.555		
		15.44	1.544		
0.59	0.10 (10°)	15.48	1.548	1.5518	0.6444
		15.50	1.550		
		15.58	1.558		
		15.49	1.549		
		15.54	1.554		
0.59	0.045 (5°)	15.49	1.549	1.5448	0.64733
		15.23	1.523		
		15.47	1.547		
		15.54	1.554		
		15.51	1.551		

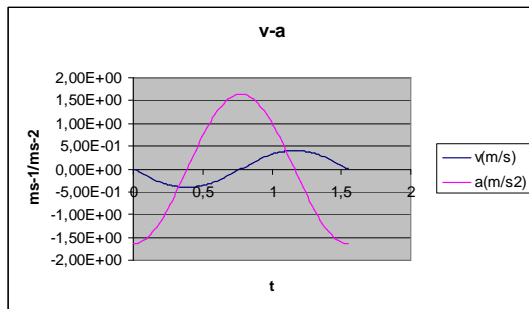
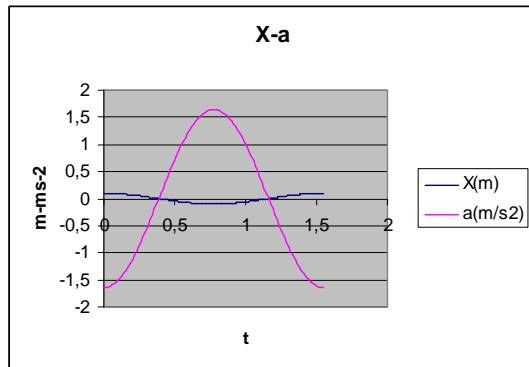
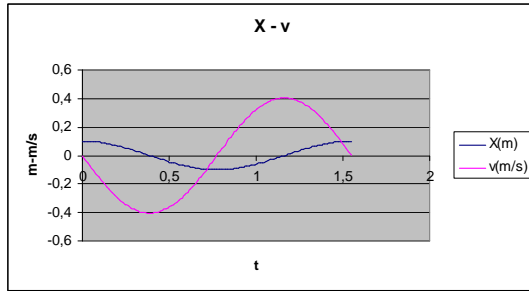
f (Hz)	0.65370	0.6444	0.64733
$\omega(rad / s)$	4.10732	4.04896	4.06731

PRÁCTICA 3**PARTE A: ESTUDIO DE LA CINEMÁTICA DE UN MVA**

El estudio se realiza de la misma forma que en las anteriores prácticas.

L(m)	A(m)	10OSC	OSC/10	<T>	f	w	T/4	T/2	3T/4
0,59	0,1	15,48	1,548	1,5502	0,645078	4,053145	0,38755	0,7751	1,16265
		15,5	1,55						
		15,5	1,55						
		15,49	1,549						
		15,54	1,554						

T(s)	X(m)	v(m/s)	a(m/s ²)
0	0,1	2,48E-17	-1,6428
0,015502	0,099803	-2,54E-02	-1,63956
0,031004	0,099211	-5,08E-02	-1,62984
0,046506	0,098229	-7,59E-02	-1,6137
0,062008	0,096858	-1,01E-01	-1,59119
0,07751	0,095106	-1,25E-01	-1,56239
0,093012	0,092978	-1,49E-01	-1,52744
0,108514	0,090483	-1,73E-01	-1,48645
0,124016	0,087631	-1,95E-01	-1,4396
0,139518	0,084433	-2,17E-01	-1,38706
0,15502	0,080902	-2,38E-01	-1,32905
0,170522	0,077051	-2,58E-01	-1,2658
0,186024	0,072897	-2,77E-01	-1,19755
0,201526	0,068455	-2,95E-01	-1,12457
0,217028	0,063742	-3,12E-01	-1,04716
0,23253	0,058779	-3,28E-01	-0,96561
0,248032	0,053583	-3,42E-01	-0,88026
0,263534	0,048175	-3,55E-01	-0,79142
0,279036	0,042578	-3,67E-01	-0,69947
0,294538	0,036812	-3,77E-01	-0,60475
0,31004	0,030902	-3,85E-01	-0,50765
0,325542	0,024869	-3,93E-01	-0,40855
0,341044	0,018738	-3,98E-01	-0,30783
0,356546	0,012533	-4,02E-01	-0,2059
0,372048	0,006279	-4,05E-01	-0,10315
0,38755	-3,2E-17	-4,05E-01	5,28E-16



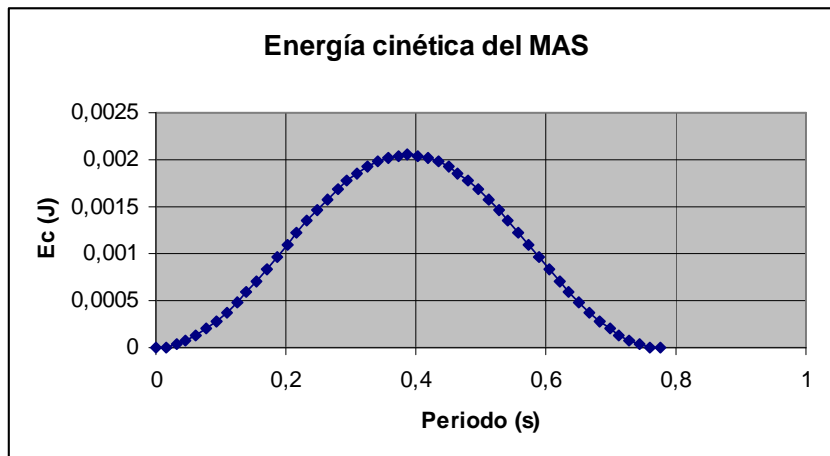
PARTE B 1

m (Kg)	t(s)	v(m/s)	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ (J)
0,025	0	2,48285E-17	7,70569E-36
	0,015502	-0,025449908	8,09622E-06

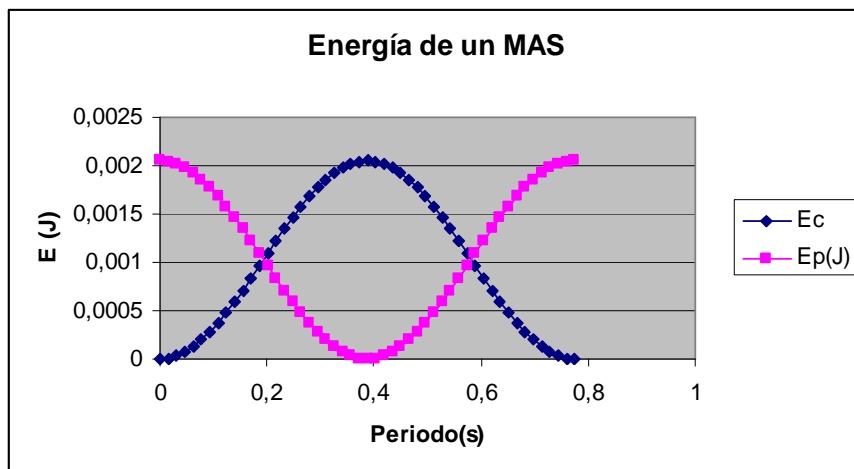
	0,294538	-0,376851887	0,001775217
	0,31004	-0,385476992	0,001857406

	0,38755	-0,405314495	0,002053498

	0,759598	-0,025449908	8,09622E-06
	0,7751	6,45498E-16	5,20834E-33

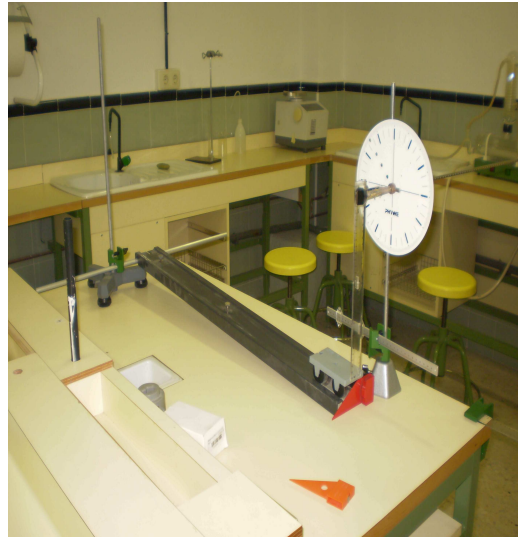


t(s)	v(m/s)	Ec (J)	Ep(J)
0	2,48285E-17	7,70569E-36	0,0020535
0,015502	-0,025449908	8,09622E-06	0,0020454
.....
0,294538	-0,376851887	0,001775217	0,00027828
0,31004	-0,385476992	0,001857406	0,00019609
.....
0,38755	-0,405314495	0,002053498	0
0,403052	-0,4045147	0,002045402	8,0962E-06
.....
0,759598	-0,025449908	8,09622E-06	0,0020454
0,7751	6,45498E-16	5,20834E-33	0,0020535



PARTE B 2

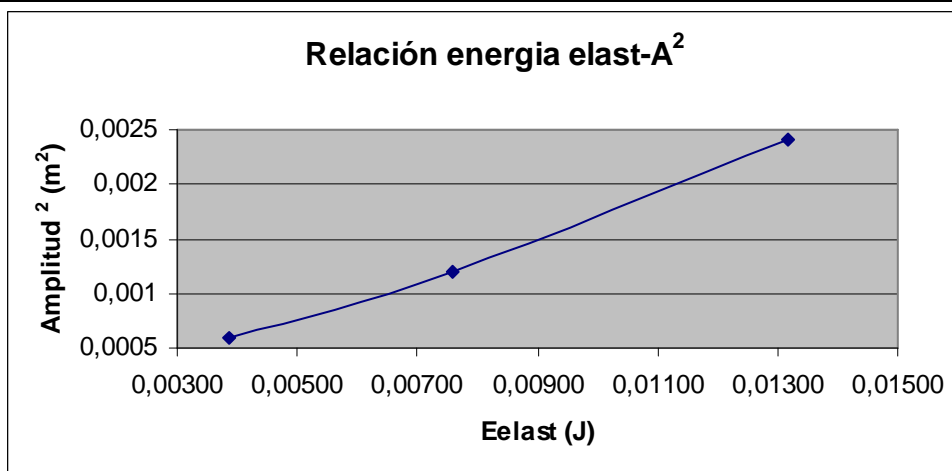
MONTAJE



La masa del carrito es de 43 g, y su longitud de 11 cm.

β es el ángulo que forma la regla con respecto a su posición en reposo, y α el ángulo formado por el raíl, con respecto a la horizontal. X es el espacio recorrido por el carrito a lo largo del carril, y "h" representa la altura del final del carrito con respecto a la horizontal (mesa).

α (°)	β (°)	A (cm)	x (cm)	x-11 (cm)	h (cm)	Ep=Epe (J)	A ² (m ²)	Ee/A ²
0,078	5	2,45	22	11	0,86	0,00361	0,0006	6
			23	12	0,93	0,00393		7
			24	13	1,01	0,00426		7
			22	11	0,86	0,00361		6
	7	3,44	33,2	22,2	1,73	0,00728	0,0012	6
			34	23	1,79	0,00754		6
			34,2	23,2	1,80	0,00760		6
			35	24	1,87	0,00787		7
	10	4,94	52	41	3,19	0,01344	0,0024	6
			51,2	40,2	3,13	0,01318		5
			52,7	41,7	3,24	0,01367		6
			49	38	2,96	0,01245		5



4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Con respecto a las dos primeras experiencias, se puede decir que las magnitudes que definen el movimiento armónico, así como sus relaciones, quedan definidas y en disposición de ser aplicadas a otros movimientos armónicos.

En la tercera práctica, las magnitudes de velocidad, aceleración y posición, quedan expuestas de forma clara y su obtención por parte de las ecuaciones del movimiento. En cuanto a la energía del movimiento armónico, se ha estudiado desde el punto de vista del péndulo, pero se presenta la energía potencial elástica para que se observe que ésta depende del material y movimiento vibratorio que se está produciendo, y no por causa de la acción gravitatoria.

RESULTADOS OBTENIDOS (2ª FASE)

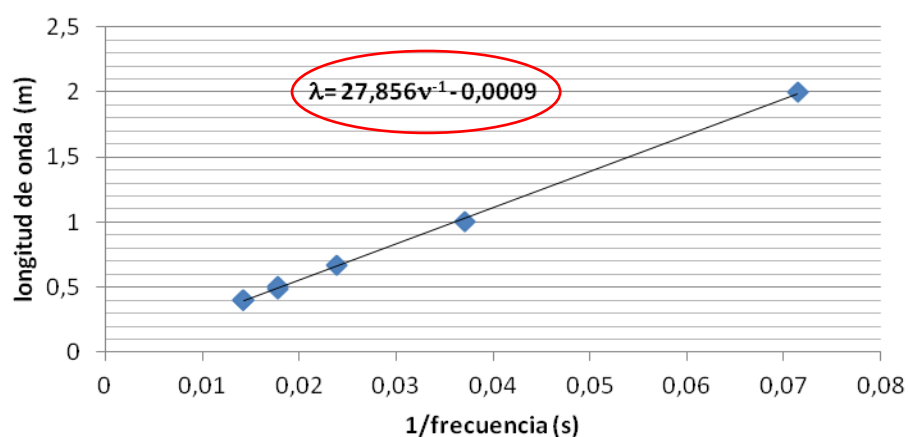
PRÁCTICA 4

a) Los datos experimentales obtenidos:

v(Hz)	Distancia nodo 1 (cm)	Distancia nodo 2 (cm)	Distancia nodo-nodo(d)(m)	$\lambda = 2 d$ (m)	$v = \lambda \cdot v$ (ms ⁻¹)
14	0	100	1	2	28,0
27	0	50	0,5	1	27,0
42	33,4	66,7	0,333	0,666	28,0
56	25,1	49,7	0,246	0,492	27,6
56	49,7	75,1	0,254	0,508	28,4
70	20	40	0,2	0,4	28,0
70	40	60	0,2	0,4	28,0
70	60	80	0,2	0,4	28,0

b) Al representar longitud de onda frente al inverso de la frecuencia, obtenemos:

velocidad de propagación

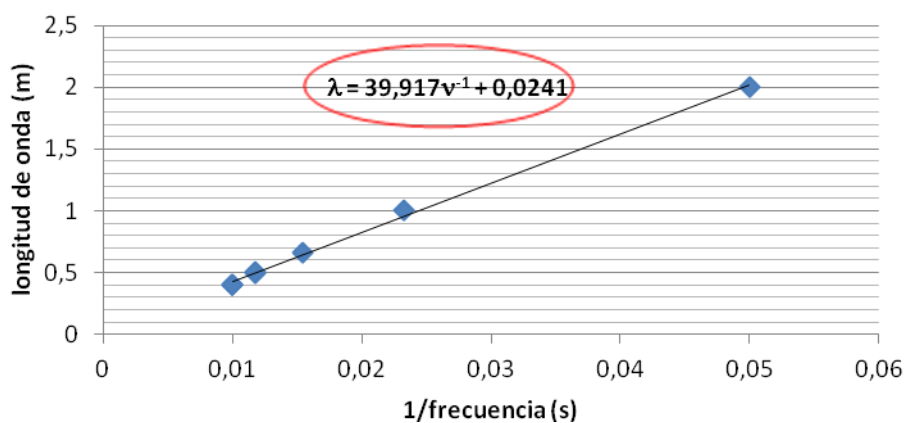


Donde la ecuación $y = 27,865x - 0,0009$, representa el mejor ajuste a los puntos obtenidos, y nos dice que la velocidad de propagación es de 27,856 m/s.

c)

v(Hz)	Distancia nodo 1 (cm)	Distancia nodo 2(cm)	Distancia nodo-nodo(d)(m)	$\lambda = 2 d$ (m)	$v = \lambda \cdot v$ (ms^{-1})
20	0	100	1	2	40,0
43	0	50	0,5	1	43,0
65	33,3	66,5	0,332	0,664	43,2
85	25	50	0,25	0,5	42,5
85	50	75,2	0,252	0,504	42,8
100	20	40	0,2	0,4	40,0
100	40	60	0,2	0,4	40,0
100	60	80	0,2	0,4	40,0

velocidad de propagación al aumentar la tensión de la cuerda



Donde obtenemos una pendiente de 39,917 m/s.

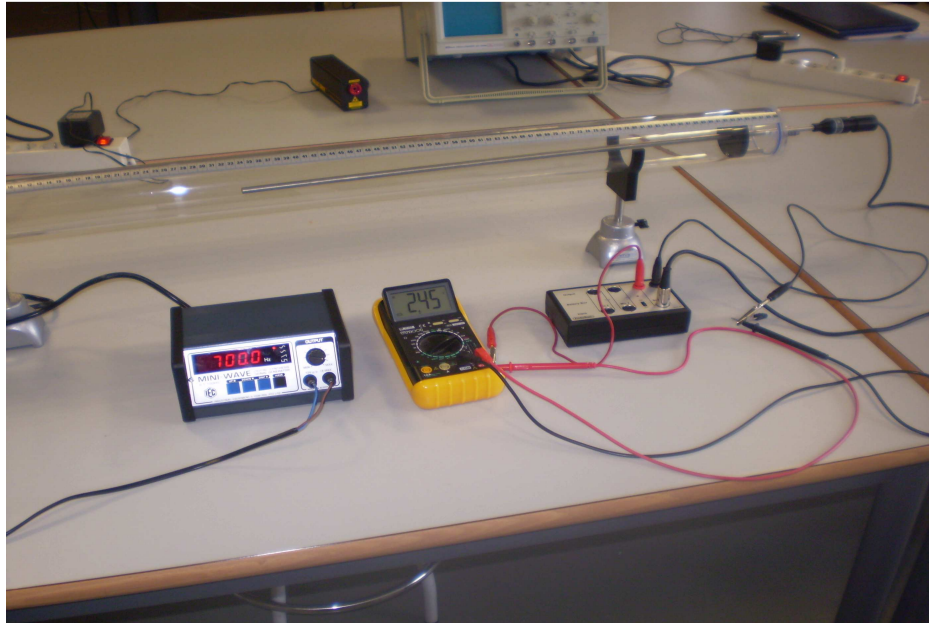
2.- COMENTARIOS

Podemos ver que al aumentar la tensión de la cuerda, los nodos quedan, prácticamente en la misma posición. Por tanto al no cambiar el medio ni sus dimensiones, la posición de nodos (y vientres), no varía.

Sin embargo, al variar la tensión de la cuerda (su rigidez), varía la velocidad de propagación de las ondas. Al aumentar la tensión, aumenta la velocidad de propagación.

Por otro lado, podemos observar que las rectas que más se ajustan a nuestros valores, no cortan en el origen de coordenadas, apareciendo una ordenada en el origen, que es una evidencia de los errores que se han cometido, aunque se puede observar que son pequeños. Esta observación, debe servir para recordar el concepto de error sistemático ó del propio método de medida.

MONTAJE



En esta práctica, debemos hacerles ver que el rango en el que vamos a tomar nuestras medidas se encontrarán entre los 350 y 2000 Hz. Para asegurar esto, el alumno debe ser consciente de que nos encontramos con un tubo de 1 m de longitud, lo que nos limita las medidas a una distancia entre nodos menores a 1 m, ya que éstas serán la mitad de la longitud de onda.

Si tomamos la velocidad de propagación de la onda como de 340 ms^{-1} , podemos acotar los valores en que vamos a tomar nuestros datos:

Para el espectro audible (entre 50 y 20000Hz) los valores de longitudes de onda vendrían dados por

$$\lambda = \frac{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{f}, \text{ lo que nos daría unos valores de longitud de onda } 6,8 \text{ m} \leq \lambda \leq 0,017 \text{ m}$$

y, al ser $\lambda = 2 \text{ distancia}(\text{nodo} - \text{nodo}) \Rightarrow \text{distancia} = \frac{\lambda}{2}$ lo que nos daría

$3,4 \text{ m} \leq \text{distancia} \leq 0,0085 \text{ m}$. 3,4 m se nos sale de la longitud del tubo de Kundt y 0,85 cm es muy corto para poder asegurarnos un dato fiable.

Si utilizamos un rango entre 350 y 2000 Hz, las distancias entre nodos variarán

$$\lambda = \frac{340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{f} = \frac{340}{350} = 0,97 \text{ m} \Rightarrow \text{distancia} = 0,485 \text{ m}$$

Para una frecuencia de 2000 Hz:

$$\lambda = \frac{340m \cdot s^{-1}}{f} = \frac{340}{2000} = 0,17m \Rightarrow \text{distancia} = 0,085m$$

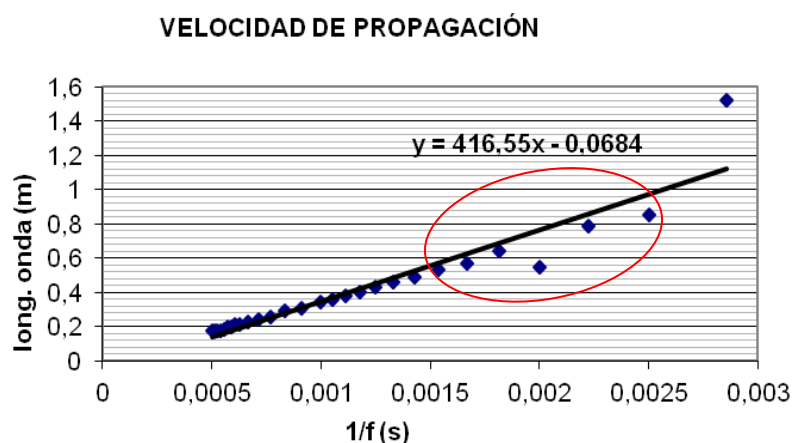
Valores que se encuentran en un rango aceptable para poder obtener datos fiables.

1.- Tomar los datos de frecuencia, distancia del primer nodo (d1) y del segundo nodo (d2), y completar la tabla, entre 350 y 2000 Hz en intervalos de 50 Hz:

freq	d1	d2	d1-d2	D=d1-d2/100	v(λ·f)	1/f	λ (2·D)
350	76	0	76	0,76	532	0,00285714	1,52
400	81	38,5	42,5	0,425	340	0,0025	0,85
450	83	43,5	39,5	0,395	355,5	0,00222222	0,79
500	65,3	38	27,3	0,273	273	0,002	0,546
550	73,5	41,2	32,3	0,323	355,3	0,00181818	0,646
600	76	47,5	28,5	0,285	342	0,00166667	0,57
650	78	51,5	26,5	0,265	344,5	0,00153846	0,53
700	79,5	55	24,5	0,245	343	0,00142857	0,49
750	81	58	23	0,23	345	0,00133333	0,46
800	82	60,5	21,5	0,215	344	0,00125	0,43
850	82,5	62,5	20	0,2	340	0,00117647	0,4
900	83,5	64,5	19	0,19	342	0,00111111	0,38
950	84	66,2	17,8	0,178	338,2	0,00105263	0,356
1000	84,8	67,5	17,3	0,173	346	0,001	0,346
1100	85,6	70,2	15,4	0,154	338,8	0,00090909	0,308
1200	86,5	72	14,5	0,145	348	0,00083333	0,29
1300	87	74	13	0,13	338	0,00076923	0,26
1400	87,5	75,5	12	0,12	336	0,00071429	0,24
1500	88	76,8	11,2	0,112	336	0,00066667	0,224
1600	88,5	77,8	10,7	0,107	342,4	0,000625	0,214

1650	89,2	78,7	10,5	0,105	346,5	0,00060606	0,21
1700	89,2	79,2	10	0,1	340	0,00058824	0,2
1750	89,2	79,2	10	0,1	350	0,00057143	0,2
1800	89,2	80	9,2	0,092	331,2	0,00055556	0,184
1850	89,2	80,2	9	0,09	333	0,00054054	0,18
1900	89,6	80,6	9	0,09	342	0,00052632	0,18
1950	89,8	80,8	9	0,09	351	0,00051282	0,18
2000	90	81,1	8,9	0,089	356	0,0005	0,178

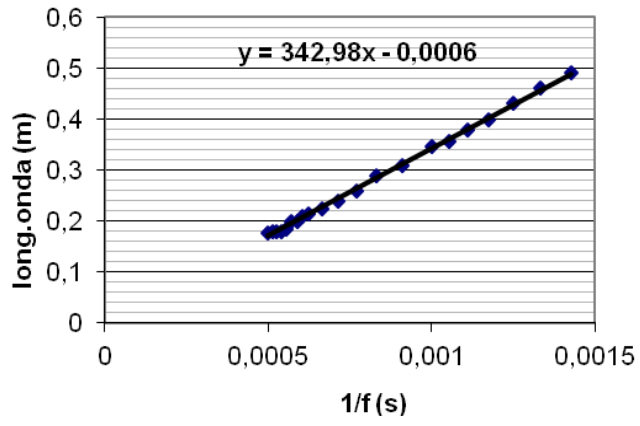
En rojo encontramos los datos que en la representación gráfica se encuentran rodeados en el mismo color. Son datos tomados a las frecuencias más bajas y, como se puede observar, se desvían de la recta que se ajusta a estos.



En esta gráfica, se puede explicar el concepto de error experimental cometido por las limitaciones del mismo aparato de medida a las frecuencias más bajas de estudio. Si realizamos la representación a partir de los valores de frecuencias para los cuales se nos ajusta la recta, obtendremos un valor para la velocidad de propagación más acorde con la que conocemos.

Es importante que el alumno entienda que existen limitaciones, tanto del aparato de experimentación, como del propio investigador, a las que denominaremos errores.

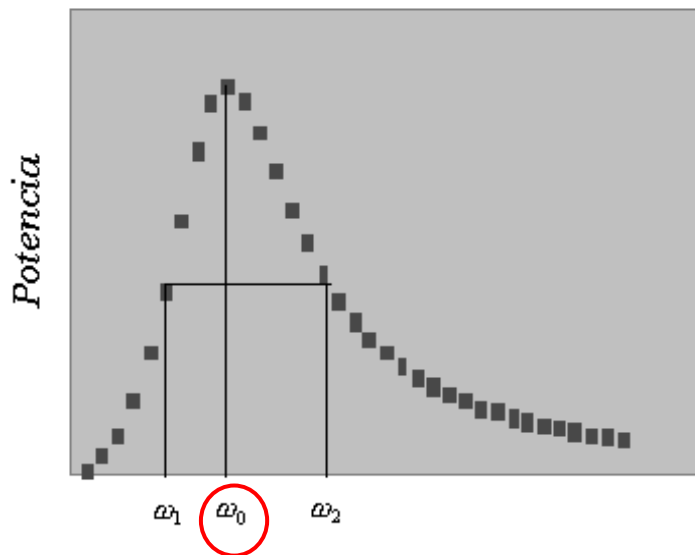
Velocidad de propagación a partir de una longitud de onda de 600 Hz



PRÁCTICA 6

En esta experiencia se quiere hacer ver que la resonancia se da cuando la frecuencia natural del sistema al que llega la onda, coincide con la de esta. En ese momento, el sistema absorbe la energía de la onda y vibrará con la misma frecuencia que la perturbación propagada.

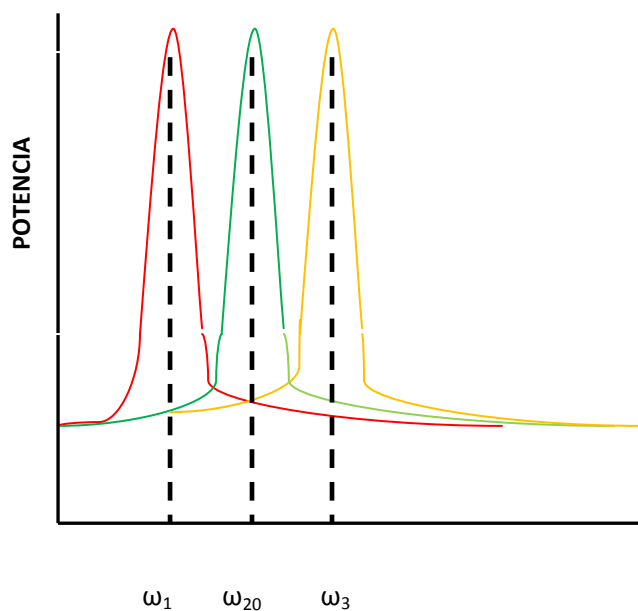
En la primera parte, se observa que la energía se absorbe de un péndulo al otro, quedando de algún modo confinada entre ellos.



Esta sería la forma de introducir el efecto de resonancia. Se puede indicar, que existe un valor de frecuencia natural

($\omega_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$), para el cual, se absorbe la energía (potencia absorbida) que llega a nuestro péndulo, que coincide con el que crea la perturbación en la cuerda

En esta parte veremos que aunque los péndulos adquieren algún movimiento, aquel que coincide en longitud (frecuencia natural $\omega_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{l}}$), absorbe la mayor parte de la energía que se propaga en la cuerda, entrando en resonancia.



Cada péndulo, tendrá una frecuencia natural diferente, entrando en resonancia cuando la frecuencia de la perturbación coincida con la suya. En ese momento, el péndulo resonante absorberá la mayor parte de la energía de la perturbación, comenzando a vibrar en mayor amplitud que el resto de péndulos.

Para una ω_1 , el péndulo 1 absorberá prácticamente toda la energía de la perturbación, el péndulo 2 absorberá más energía que el 3 y el 4, pero menos que el 1, y así sucesivamente.

ACTIVIDADES

En la actividad 1 se trata de que sean capaces de entender que cuando un sistema tiene una frecuencia natural igual a la que le llega, absorbe la mayor parte de la energía de la perturbación, llamándose a este fenómeno “resonancia”.

En la segunda actividad, se trata de que apliquen este fenómeno a la explicación de fenómenos naturales.

PRÁCTICA 7

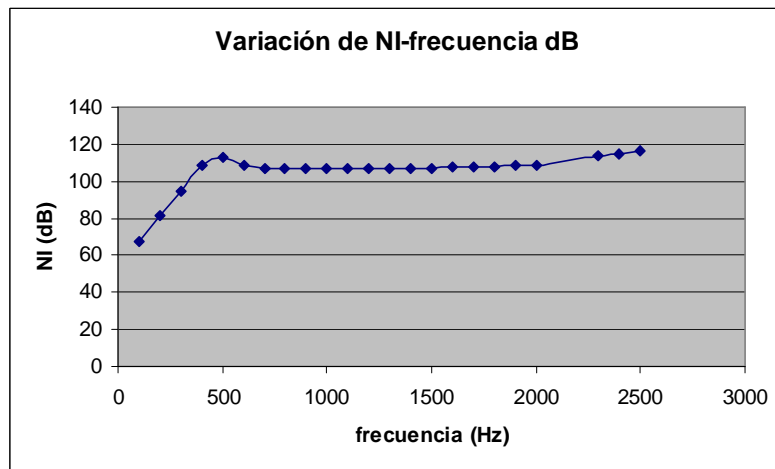
1.-

Hemos medido a 0 Hz un NI de fondo de 63,2 dB en el laboratorio. Los resultados obtenidos han sido:

frec (Hz)	dB
100	67,4
200	81,4
300	94,2
400	108,1
500	112,8
600	108,8
700	106,8
800	106,4
900	106,9
1000	106,4
1100	106,4
1200	106,8
1300	107
1400	106,9
1500	107,1
1600	107,6
1700	107,8
1800	107,7
1900	108,3
2000	108,4
2300	113,4
2400	114,9
2500	116,2

2.-

La representación del NI frente a la frecuencia nos da:



Como se puede observar, la respuesta lineal del altavoz, se da entre los 600 y 2000 Hz. Entre estos valores se puede ir variando la frecuencia e ir distinguiendo entre sonidos graves y agudos.

3.-

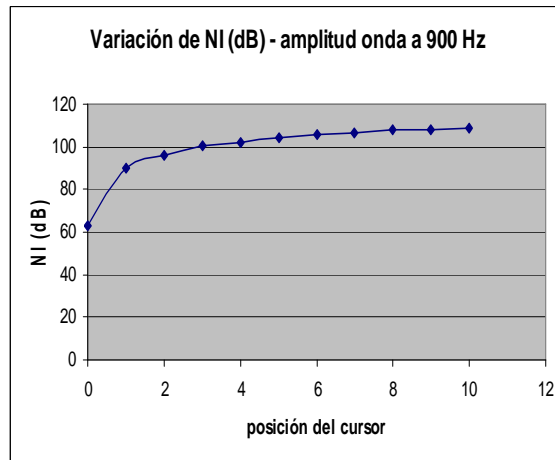
En esta parte de la experiencia, variaremos entre 500 y 1100 Hz la frecuencia, y distinguiremos entre valores graves (cerca de 500 Hz) y agudos al acercarnos a los 1000 Hz.

4.-

Mantenemos una frecuencia constante e iremos variando la amplitud de la vibración. Con esta experiencia, pretendemos que el alumno como varía nuestra percepción del sonido al aumentar su amplitud.

Nuestro generador de frecuencias, trabaja con una variación de amplitud de 15 v p/p máximo. El cursor tiene 10 posiciones en las cuales va variando la amplitud de la onda. A 900 Hz obtenemos los siguientes NI al variar su amplitud:

posición amplitud	NI (dB)
0	62,7
1	89,9
2	96,1
3	100,2
4	102,3
5	104,1
6	105,4
7	106,5
8	107,7
9	108,1
10	109,1



Podemos percibir la diferente sensación sonora entre dos posiciones, la 1 y la 10 por ejemplo, entre las que existe una diferencia de 20 dB aproximadamente, haciendo constar que no hemos variado la frecuencia.

Una variación de 20 dB, lleva asociada una diferencia en la percepción sonora muy grande, a igual frecuencia.

5.-

En esta actividad distinguiremos entre dos sonidos con el mismo NI y la sensación sonora producida a distintas frecuencias.

**ANEXO III.- PONENCIA EN LA E.P. DE CUENCA (UCLM). MAYO DE
2011**

En la ponencia impartida en la Escuela Politécnica de Cuenca, dentro del II Encuentro sobre innovación docente en la enseñanza de la física universitaria, organizado por el Departamento de Física Aplicada de la UCLM. Escuela Politécnica de Cuenca. Mayo de 2011, se proyectaron las siguientes diapositivas realizadas con PowerPoint®:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA. UCLM/UCCM. "VIBRACIONES Y ONDAS"

J. Martín, I. Recio, J. Rincón, F. Rubio, J. Arias, B. Ojeda

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

- **Objetivos del proyecto**
 - Establecer lazos de colaboración Universidad-E.S. para subsanar deficiencias en el alumnado.
 - Sensibilizar al alumnado en la relación de la física con los problemas de la vida cotidiana, en especial con la salud laboral y prevención de riesgos laborales.

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

Campo de actuación:
Problemas de identificación de conceptos elementales en el estudio de vibraciones y ondas

↓

VIBRACIONES Y RUIDOS

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

- **Líneas de actuación:**
 - Elaboración de prácticas sencillas, a partir de materiales accesibles al Centro de Enseñanza Secundaria.
 - Implementar el uso de herramientas informáticas.

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

- **Proyecto:**
 - Partimos de la base de la comprensión de las magnitudes que definen un movimiento armónico simple (Amplitud, frecuencia y fase)

↓

PÉNDULO SIMPLE

FACILIDAD Y SEMPLICIDAD EN TOMAR MEDIDAS
 FAMILIARIDAD DEL ALUMNADO CON EL MATERIAL

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

FASES DEL PROYECTO

1. Fase de motivación y sensibilización de E.S.

2. Fase de teoría

3. Fase de laboratorio

4. Fase de evaluación y reflexión

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

1ª FASE: Estudio de los parámetros que definen un M.A.S. $X = A \cos(\omega t + \varphi)$


Amplitud

Frecuencia

Periodo


Fase

→




=

$\left\{ \begin{array}{l} \text{A constante} \\ \omega \text{ de } \\ \varphi \text{ de } \end{array} \right.$



$\left\{ \begin{array}{l} \text{A variable} \\ \omega \text{ de } \\ \varphi \text{ de } \end{array} \right.$



Para el proyecto: $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \omega = 2\pi f \text{ rad/s} \\ \omega = 2\pi / T \text{ rad/s} \end{array} \right.$

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

1ª FASE: Estudio de los parámetros que definen un M.A.S.

A de

ω de

φ de

→

SIMULACIÓN CON LA HERRAMIENTA DE CÁLCULO EXCEL

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"


1ª FASE: Estudio de los parámetros dinámicos y energéticos del M.A.S.

Constante elástica

Constante de amortiguamiento

Constante de inercia

→



=

$$\left\{ \begin{array}{l} -\frac{d^2X}{dt^2} - c \frac{dX}{dt} - kX = F \cos(\omega t + \varphi) \\ \omega = \frac{d}{dt} \rightarrow \omega^2 \cos(\omega t + \varphi) \\ E_k = \frac{1}{2} m \dot{X}^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \varphi) \end{array} \right.$$

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"


1ª FASE: Estudio de los parámetros dinámicos y energéticos del M.A.S.

Constante elástica

Constante de amortiguamiento

Constante de inercia

→



Resistencia de un material

Resistencia de un material

Introducción a diferentes materiales elásticos

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

2ª FASE: Estudio del movimiento ondulatorio

Longitud de onda




Nº de ondas

V de propagación

Energía de una onda

Ondas: más adelante

→

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

3ª FASE: Estudio del sonido:

Características del sonido

→

$\left\{ \begin{array}{l} \text{sonido} \\ \text{ondas} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{ondas} \\ \text{ondas} \end{array} \right.$

Ondas estacionarias en el interior de un tubo

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

4ª FASE: APLICACIÓN A SITUACIONES COTIDIANAS:

Cómo evaluar las vibraciones y vibraciones a la salud

}

CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

16

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• EXPERIENCIA 1

Aceleración variable

Amplitud	Frecuencia	Velocidad	Desplazamiento	Estado	Nota
0.05	1.0	0.05	0.05	1.0	1.0000
0.10	1.0	0.10	0.10	1.0	1.0000
0.15	1.0	0.15	0.15	1.0	1.0000
0.20	1.0	0.20	0.20	1.0	1.0000
0.25	1.0	0.25	0.25	1.0	1.0000
0.30	1.0	0.30	0.30	1.0	1.0000
0.35	1.0	0.35	0.35	1.0	1.0000
0.40	1.0	0.40	0.40	1.0	1.0000
0.45	1.0	0.45	0.45	1.0	1.0000
0.50	1.0	0.50	0.50	1.0	1.0000

17

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• EXPERIENCIA 2

Aceleración variable

Amplitud	Frecuencia	Velocidad	Desplazamiento	Estado	Nota
0.05	1.0	0.05	0.05	1.0	1.0000
0.10	1.0	0.10	0.10	1.0	1.0000
0.15	1.0	0.15	0.15	1.0	1.0000
0.20	1.0	0.20	0.20	1.0	1.0000
0.25	1.0	0.25	0.25	1.0	1.0000
0.30	1.0	0.30	0.30	1.0	1.0000
0.35	1.0	0.35	0.35	1.0	1.0000
0.40	1.0	0.40	0.40	1.0	1.0000
0.45	1.0	0.45	0.45	1.0	1.0000
0.50	1.0	0.50	0.50	1.0	1.0000

18

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• EXPERIENCIA 3

SIMULACIÓN CON LA HERRAMIENTA DE CÁLCULO EXCEL

Aceleración variable

19

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• EXPERIENCIA 4

SECCIÓN DE LA COMPLETA DE LA PARRA OBJETIVO

SECCIÓN DE LA COMPLETA DE LA PARRA OBJETIVO

SECCIÓN DE LA COMPLETA DE LA PARRA OBJETIVO

20

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

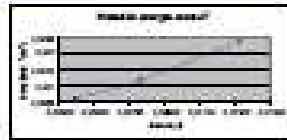
• EXPERIENCIA 5

21

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPERIENCIA 6

Medida de la velocidad de onda en un tubo



**ANEXO IV.- RESUMEN Y PÓSTER APORTADOS AL 21º
ENCUENTRO IBÉRICO PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA DE LA
XXXIII REUNIÓN BIENAL DE FÍSICA. SANTANDER SEPTIEMBRE DE
2011.**

Proyecto de Innovación Educativa “Vibraciones y ruidos” para la enseñanza de la física de Bachillerato.

J. Martín¹, I. Escobar², J. Bermejo³, A. J. Barbero⁴, J. Solano⁵, M. Olivares⁶, P. Huertas⁷

¹Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; julio.martinmata@uclm.es.

²Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; isabelmaria.escobar@uclm.es.

³Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; jesus.bermejo@uclm.es.

⁴Departamento Física Aplicada, Facultad de Farmacia Albacete, UCLM; antonio.barbero@uclm.es.

⁵Profesor de Enseñanza Secundaria. I.E.S. San José Cuenca. JCCM; solano_delgado@hotmail.com.

⁶Profesora de Enseñanza Secundaria, I.E.S. San José Cuenca. JCCM; macuolivares@hotmail.com.

⁷Departamento Física Aplicada, Escuela Politécnica Cuenca, UCLM; pedro.huertas@uclm.es.

Introducción

El objetivo de este proyecto es en primer lugar establecer lazos de colaboración entre profesores universitarios y profesores de Educación Secundaria (ES) para subsanar las deficiencias detectadas en la materia de física para los alumnos que acceden a las carreras técnicas. Por otro lado, pretende sensibilizar al alumno en el conocimiento de la física para su aplicación en materia de salud laboral y la prevención de riesgos laborales. Hemos escogido el campo de vibraciones y ruido como primer campo de actuación tras constatar problemas en la identificación de conceptos tan importantes como amplitud, frecuencia o fase de un movimiento oscilatorio, a tal fin trabajamos en dos líneas de actuación:

1 La elaboración de prácticas sencillas para apoyar al profesor en su práctica educativa, utilizando materiales fácilmente accesibles en un Centro de Enseñanza Secundaria.

2 Facilitar el uso de herramientas informáticas para realizar cálculos y elaborar informes.

Fundamento del Proyecto

Nos planteamos partir de la base de la comprensión de las magnitudes que definen un movimiento vibratorio. Para esto utilizamos el péndulo simple, justificando esta decisión en la facilidad de tomar las medidas que por su concepto se asemejan a las magnitudes que definen el movimiento vibratorio (M.V.) y su utilización en las prácticas para otros contenidos de la física del Bachillerato.

El Proyecto se desarrolla en cuatro fases:

Fase 1 Estudio de los parámetros que definen un M.V. por medio de la obtención de amplitudes, periodo, frecuencia, frecuencia angular, posición, velocidad de vibración, aceleración, energía cinética y energía potencial elástica. En esta última, se introducirán otros materiales elásticos que producen movimientos vibratorios.

Fase 2 Introducción al movimiento ondulatorio. En esta parte se estudiarán los conceptos de longitud de onda, número de onda, velocidad de propagación, energía de una onda por medio de dos péndulos unidos (fig. 1) y la creación de ondas estacionarias en una cuerda (fig. 2).

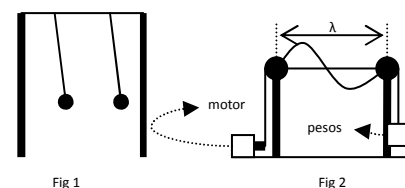
Fase 3 Estudio de las características del sonido, por medio de diapasones, sonómetros, ondas estacionarias en el interior de un tubo...

Fase 4 Identificación de las vibraciones y el ruido en situaciones de la vida cotidianas para sensibilizar a los alumnos de ES de las mismas como riesgo para la salud y la necesidad de su prevención en materia de riesgos laborales.

Ejemplo de experiencia diseñada para la fase 1 en la que hemos iniciado el proyecto

ESTUDIO DEL MOVIMIENTO VIBRATORIO MEDIANTE EL PÉNDULO SIMPLE

En primer lugar utilizamos el péndulo simple en la aproximación de oscilaciones en pequeños ángulos para identificar la amplitud, frecuencia y fase de un MAS.



1 Medida de las diferentes frecuencias para un mismo valor de la amplitud en péndulos con diferentes longitudes. Como se muestra en la figura 3.

2 Obtención del mismo valor de la frecuencia para un mismo péndulo simple al que hacemos oscilar con diferentes valores iniciales de la amplitud.

3. Utilizar la hoja de cálculo de EXCEL para simular el desplazamiento para distintos valores de la fase inicial o tiempo a partir del cual comenzamos a realizar la representación del mismo.

Caso práctico:

Según el montaje que se adjunta (fig. 3), vamos a calcular el periodo y la frecuencia de distintos casos en los que mantendremos la amplitud de estos movimientos fija e iremos variando la longitud del hilo del péndulo.

Utilizaremos ángulos de desplazamiento del péndulo con respecto a la horizontal, menores a 15° , para asegurarnos que el movimiento es un MAS.

Para calcular el periodo, tomaremos el tiempo para 10 oscilaciones, repitiéndolo 5 veces, calculando su valor como la media de estos, para minimizar los errores.

Se elaborarán tablas en una hoja de cálculo como las que se adjuntan (tabla 1 y tabla2):

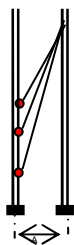


Fig 3

A	L	10	Oscil/10	T	f	ω

Tabla 1. Variando la longitud del péndulo (L), con A constante, obtienen los distintos valores.

El alumno comentará los resultados obtenidos.

Agradecimientos

Este Proyecto ha sido seleccionado por la Junta de Comunidades de Castilla- La Mancha, en la convocatoria de "Proyectos de cooperación en investigación e innovación entre el profesorado universitario y no universitario". Dotación: 9800 €

Referencias

Guión de prácticas de laboratorio. Fundamentos de física para Ingeniería de la Edificación. Plataforma Moodle. UCLM.

Proyecto de Innovación Educativa "Vibraciones y ruidos" para la enseñanza de la física de Bachillerato



J. Martín*, I. Escobar*, J. Bermejo**, A. Barbero**, P. Huertas*, J. Solano***, M. Olivares***

Departamento de Física Aplicada. Universidad de Castilla – La Mancha
*Escuela Politécnica de Cuenca.

**Facultad de Farmacia de Albacete.

***Profesor de Enseñanza Secundaria, I.E.S. San José, Cuenca, JCCM.



Resumen

Desde el conocimiento de la falta de afianzamiento de los conceptos básicos de física de los alumnos de Bachillerato que acceden a los estudios universitarios, este Proyecto se dirige a proponer una serie de actividades, cuya finalidad es la de trabajar de forma experimental los contenidos sobre movimiento armónico simple. Todo ello utilizando los recursos que habitualmente se encuentran en un instituto de enseñanza secundaria.

1. Introducción

El objetivo de este proyecto es en primer lugar establecer lazos de colaboración entre profesores universitarios y profesores de Educación Secundaria (ES) para subsanar las deficiencias detectadas en la materia de física para los alumnos que acceden a las carreras técnicas. Por otro lado, pretendiendo sensibilizar al alumno en el conocimiento de la física para su aplicación en materia de salud laboral y la prevención de riesgos laborales. Hemos escogido el campo de vibraciones y ruido como primer campo de actuación tras constatar problemas en la identificación de conceptos tan importantes como amplitud, frecuencia o fase de un movimiento oscilatorio, a tal fin trabajamos en dos líneas de actuación:

- 1 La elaboración de prácticas sencillas para apoyar al profesor en su práctica educativa, utilizando materiales fácilmente accesibles en un Centro de Enseñanza Secundaria.
- 2 Facilitar el uso de herramientas informáticas por los alumnos.



Figura 1. Péndulo simple

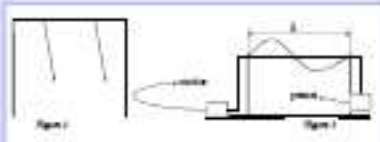


Figura 2 y 3. Introducción a M.V.

3. Desarrollo de la fase 1

- **PRÁCTICA 1:** En esta experiencia mantendremos la Amplitud y la fase inicial constante, variando la frecuencia angular (Fig. 4).
 - **PRÁCTICA 2:** Mantendremos la frecuencia angular constante y la fase inicial constante, variando la amplitud del movimiento (Fig. 5).
 - **PRÁCTICA 3:** Simultáneamente mediante una hoja de cálculo el movimiento en que se mantienen constantes la amplitud y la frecuencia angular, variando la fase inicial (Fig. 6).
 - **PRÁCTICA 4:** Estudio de la cinética y la energía de un movimiento vibratorio. Estudiamos la posición, la velocidad, la aceleración y la energía de un movimiento vibratorio. Para desarrollar esta experiencia, tendremos en cuenta los datos obtenidos experimentalmente en los anteriores estudios. Para los tres primeros contenidos, hacemos uso de sus respectivas ecuaciones (Fig. 7).
- Para el estudio de la energía, distinguiremos entre energía cinética, energía potencial gravitatoria (Fig. 8) y energía potencial elástica como función del cuadrado de la amplitud del movimiento (Fig. 9). En esta última, se da una introducción al alumno en el movimiento vibratorio creado por diferentes materiales elásticos.

4. Conclusiones

- ✓ Con los resultados obtenidos, el alumno podrá afianzar los conocimientos sobre las magnitudes que definen al MAS. Esto nos debe servir de base para el posterior estudio del movimiento oscilatorio, entendiendo como una propagación de este MAS en un medio elástico.
- ✓ Así mismo, el alumno de Bachillerato, se verá capacitado para utilizar los medios informáticos en posteriores experiencias que se le planteen.

2. Fundamento del proyecto

Nos planteamos partir de la base de la comprensión de las magnitudes que definen un movimiento vibratorio. Para esto utilizamos el péndulo simple, justificando esta decisión en la facilidad de tomar las medidas que por su concepto se asemejan a las magnitudes que definen el movimiento vibratorio (M.V.) y su relación en las prácticas para otros contenidos de la física del Bachillerato.

El Proyecto se desarrolla en cuatro fases:

- Fase 1** Estudio de los parámetros que definen un M.V. por medio de la obtención de amplitud, periodo, frecuencia, frecuencia angular, posición, velocidad de vibración, aceleración, energía cinética y energía potencial elástica. En esta última, se introducen otros materiales elásticos que producen movimientos vibratorios.
- Fase 2** Introducción al movimiento ondulatorio. En esta parte se estudian los conceptos de longitud de onda, número de onda, velocidad de propagación, emisión y absorción de la energía que transporta una onda - por medio de péndulos acoplados (Fig. 2) y la creación de ondas estacionarias en una cuerda (Fig. 3).
- Fase 3** Estudio de las características del ruido, por medio de dispositivos, sonómetros, ondas estacionarias en el interior de un tubo...
- Fase 4** Identificación de las vibraciones y el ruido en situaciones de la vida cotidiana para sensibilizar a los alumnos de ES de los mismos como riesgo para la salud y la necesidad de su prevención: un materia de riesgos laborales.

Amplitud (cm)	Periodo (s)	Frecuencia (Hz)	Frecuencia angular (rad/s)
10	2.0	0.5	3.14
20	2.0	0.5	3.14
30	2.0	0.5	3.14
40	2.0	0.5	3.14

Figura 4. Datos obtenidos manteniendo constante la amplitud y la fase inicial, variando la frecuencia angular.

Amplitud (cm)	Periodo (s)	Frecuencia (Hz)	Frecuencia angular (rad/s)
10	2.0	0.5	3.14
20	2.0	0.5	3.14
30	2.0	0.5	3.14
40	2.0	0.5	3.14

Figura 5. Datos obtenidos manteniendo constante la frecuencia angular y la fase inicial, variando la amplitud del movimiento.



Figura 6. Situación del movimiento en el que varía la fase inicial, manteniendo constante la amplitud y la frecuencia angular.



Figura 7. Representación de la posición frente a la velocidad y la aceleración y de la velocidad frente a la aceleración del movimiento vibratorio.



Figura 8. Representación de la energía cinética y potencial gravitatoria del movimiento vibratorio.



Figura 9. Montaje y representación de la energía potencial elástica del movimiento vibratorio.



Referencias

- [1] Guía de prácticas de laboratorio. Fundamentos de física para ingeniería de la Edificación. Plataforma Moodle. UCLM.
- [2] Decreto 85/2008, de 17 de junio de 2008, por el que se establece y ordena el Currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha (DOCM del 20).

**ANEXO V.- PONENCIA EN LA E.I.A. DE CIUDAD REAL (UCLM).
MARZO DE 2013.**

En la ponencia impartida en el III Encuentro sobre innovación docente en la enseñanza de la física universitaria, organizado por el Departamento de Física Aplicada de la UCLM. EIA de Ciudad Real, se proyectaron las siguientes diapositivas, realizadas con PowerPoint®:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EDUCATIVA. UCLM/COM. "VIBRACIONES Y ONDAS"

J. Moreno, J. García, B. Barrios, F. Barrios, J. Sánchez, M. Gómez

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

- **Objetivos del proyecto**
 - Establecer lazos de colaboración Universidad- E.S. para subsanar deficiencias en el alumnado.
 - Sensibilizar al alumnado en la relación de la física con los problemas de la vida cotidiana, en especial con la salud laboral y prevención de riesgos laborales.

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

Campo de actuación:

Problemas de identificación de conceptos elementales en el estudio de vibraciones y ondas

↓

VIBRACIONES Y ONDAS

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

- **Líneas de actuación:**
 - Elaboración de prácticas sencillas, a partir de materiales accesibles al Centro de Enseñanza Secundaria.
 - Implementar el uso de herramientas informáticas.

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

PARTE DEL PROYECTO

- **El área de innovación educativa**
- **El área de investigación**
- **El área de formación docente**
- **El área de difusión**

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

- **EXPERIENCIA 1**

A lo largo de un día

hora	tema	tema	tema	tema	tema
08:00	08:00	08:00	08:00	08:00	08:00
08:30	08:30	08:30	08:30	08:30	08:30
09:00	09:00	09:00	09:00	09:00	09:00
09:30	09:30	09:30	09:30	09:30	09:30
10:00	10:00	10:00	10:00	10:00	10:00
10:30	10:30	10:30	10:30	10:30	10:30
11:00	11:00	11:00	11:00	11:00	11:00
11:30	11:30	11:30	11:30	11:30	11:30
12:00	12:00	12:00	12:00	12:00	12:00
12:30	12:30	12:30	12:30	12:30	12:30
13:00	13:00	13:00	13:00	13:00	13:00
13:30	13:30	13:30	13:30	13:30	13:30
14:00	14:00	14:00	14:00	14:00	14:00
14:30	14:30	14:30	14:30	14:30	14:30
15:00	15:00	15:00	15:00	15:00	15:00
15:30	15:30	15:30	15:30	15:30	15:30
16:00	16:00	16:00	16:00	16:00	16:00
16:30	16:30	16:30	16:30	16:30	16:30
17:00	17:00	17:00	17:00	17:00	17:00

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPERIENCIA 2

Resistencia
al corte



Prueba	Material	Resistencia (N)	Resistencia (kg)	Resistencia (lb)
1.1	Aluminio	1.1	1.1	1.1
		1.1	1.1	1.1
		1.1	1.1	1.1
1.2	Aluminio	1.2	1.2	1.2
		1.2	1.2	1.2
		1.2	1.2	1.2

Prueba	Material	Resistencia (N)	Resistencia (kg)	Resistencia (lb)
1.1	Aluminio	1.1	1.1	1.1
1.2	Aluminio	1.2	1.2	1.2

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPERIENCIA 3

VIBRACIONES CON LA POLA DE CÁLCULO FÍSICA



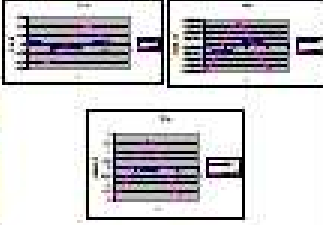
Resistencia
al corte



PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPERIENCIA 4

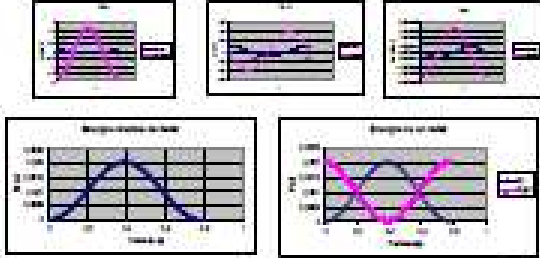
ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE RESONANCIA DE UN SISTEMA

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPERIENCIA 5

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE RESONANCIA DE UN SISTEMA



PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPERIENCIA 6

ESTUDIO DE LA CAPACIDAD DE RESONANCIA DE UN SISTEMA





PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPERIENCIA 7-ESTUDIO DE ONDAS ESTACIONALES CREADAS EN UNA CUERDA Fija EN SUS EXTREMOS



Prueba	Material	Resistencia (N)	Resistencia (kg)	Resistencia (lb)
1.1	Aluminio	1.1	1.1	1.1
1.2	Aluminio	1.2	1.2	1.2
1.3	Aluminio	1.3	1.3	1.3
1.4	Aluminio	1.4	1.4	1.4
1.5	Aluminio	1.5	1.5	1.5
1.6	Aluminio	1.6	1.6	1.6
1.7	Aluminio	1.7	1.7	1.7
1.8	Aluminio	1.8	1.8	1.8
1.9	Aluminio	1.9	1.9	1.9
1.10	Aluminio	1.10	1.10	1.10



Resistencia
al corte

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• EXPERENCIA 3: ESTUDIO DE ONDAS ESTACIONARIAS QUANDO EN UNA CUERDA Fija EN SUS EXTREMOS

med: *Mariaelena Escobar*



Orden	Longitud (cm)	Modo	Longitud (cm)	f (Hz)	v (cm/s)
1	100	1	100	100	100
2	50	2	100	200	100
3	33.3	3	100	300	100
4	25	4	100	400	100
5	20	5	100	500	100
6	16.7	6	100	600	100
7	14.3	7	100	700	100
8	12.5	8	100	800	100
9	11.1	9	100	900	100
10	10	10	100	1000	100

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"




• EXPERENCIA 4: ESTUDIO DE LAS ONDAS ESTACIONARIAS EN UN TUBO DE CIERRE EN UNO DE SUS EXTREMOS Y EN UN TUBO ABIERTO EN LOS DOS EXTREMOS. CALIBRADO DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO EN EL AIRE.



Orden	Longitud (cm)	Modo	Longitud (cm)	f (Hz)	v (cm/s)
1	100	1	100	100	100
2	50	2	100	200	100
3	33.3	3	100	300	100
4	25	4	100	400	100
5	20	5	100	500	100
6	16.7	6	100	600	100
7	14.3	7	100	700	100
8	12.5	8	100	800	100
9	11.1	9	100	900	100
10	10	10	100	1000	100

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"




• EXPERENCIA 5: ESTUDIO DE LAS ONDAS ESTACIONARIAS EN UN TUBO DE CIERRE EN UNO DE SUS EXTREMOS CON UN FONOCAMBIADOR CON UN FONOCOIL. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO EN EL AIRE.

100% Error experimental a bajas frecuencias

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• PRÁCTICA 6: TRANSFERENCIA DE ENERGÍA MECÁNICA EN VIBRACIONES ARMÓNICAS

igual frecuencia en ambos lados

Resonancia de energía

Resonancia máxima de transferencia

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• EXPERENCIA 6: MEDIDA DE LA INTENSIDAD DEL SONIDO. LA ERGACIÓN SONORA.



Orden	Longitud (cm)	Modo	Longitud (cm)	f (Hz)	v (cm/s)
1	100	1	100	100	100
2	50	2	100	200	100
3	33.3	3	100	300	100
4	25	4	100	400	100
5	20	5	100	500	100
6	16.7	6	100	600	100
7	14.3	7	100	700	100
8	12.5	8	100	800	100
9	11.1	9	100	900	100
10	10	10	100	1000	100

Amplitud de onda 100-1000 Pa

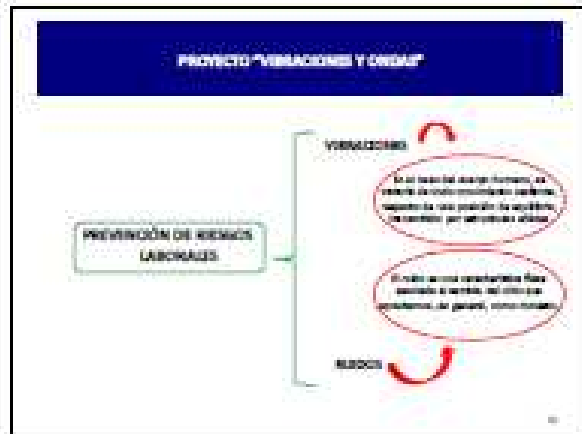
PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

• EXPERENCIA 6: MEDIDA DE LA INTENSIDAD DEL SONIDO. LA ERGACIÓN SONORA.




Medición A

Orden	Longitud (cm)	Modo	Longitud (cm)	f (Hz)	v (cm/s)
1	100	1	100	100	100
2	50	2	100	200	100
3	33.3	3	100	300	100
4	25	4	100	400	100
5	20	5	100	500	100
6	16.7	6	100	600	100
7	14.3	7	100	700	100
8	12.5	8	100	800	100
9	11.1	9	100	900	100
10	10	10	100	1000	100



PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

VIBRACIONES


Normativa europea DIRECTIVA sobre el límite de exposición a vibraciones.

Resumen de la información		
Ámbito de aplicación:	Este Reglamento se aplica a los vehículos que se describen a continuación:	Excepciones:
Objetivo:	El objetivo de este Reglamento es proteger la salud de los conductores de vehículos pesados y de los pasajeros de los vehículos pesados y de los pasajeros de los vehículos pesados.	Referencias:
Alcance:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Definiciones:
Legislación de referencia:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Referencias:
Legislación de referencia:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Referencias:
Legislación de referencia:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Referencias:

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EXPOSICIÓN

Resumen de la información		
Ámbito de aplicación:	Este Reglamento se aplica a los vehículos que se describen a continuación:	Excepciones:
Objetivo:	El objetivo de este Reglamento es proteger la salud de los conductores de vehículos pesados y de los pasajeros de los vehículos pesados.	Referencias:
Alcance:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Definiciones:
Legislación de referencia:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Referencias:
Legislación de referencia:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Referencias:
Legislación de referencia:	Este Reglamento se aplica a los vehículos pesados que se describen a continuación:	Referencias:



PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

MATERIAL GENERADO

- HOLA PARA EL ALUMNO
- HOLA PARA EL PROFESOR
- HOJA DE CÁLCULO EXCEL



- ### PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"
- CONCLUSIONES:**
- Afianzaron los conocimientos sobre los parámetros que definen el MAV y nivel de exposición.
 - Realizaron un estudio sobre el ruido y la medida de su nivel de intensidad.
 - Se aplicaron los conocimientos sobre los riesgos para la salud de las vibraciones y del ruido.
 - Se aplicaron las habilidades informáticas y de trabajo en el laboratorio.
 - Se plantearon las bases para la colaboración entre el profesorado universitario y no universitario.

- ### PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"
- CENTROS DE ENSEÑANZA SECUNDARIA:**
- I.E.S. JOSÉ MARÍA MITELLÁN, PALANCA (CURNCA)
 - I.E.S. SAN JOSÉ (CURNCA)
 - I.E.S. PERRO (CURNCA)
- COMUNICACIONES GENERADAS:**
- INCLUIR EN EL PROGRAMA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, UCIJA, CLANCA, MARZO 2011.
 - INCLUIR EN EL PROGRAMA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, SAN JOSE, SEPTIEMBRE DE 2011.
 - INCLUIR EN EL PROGRAMA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, UCIJA, CLANCA, MARZO 2011.
 - INCLUIR EN EL PROGRAMA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, PALANCA JULIO 2011. (EN PROCESO DE ACEPTACIÓN)

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EVALUACIÓN DEL PROYECTO :

INDICADORES DEL PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

1. Identificación del tema y del problema a resolver.

2. Búsqueda de información sobre el tema.

3. Análisis de la información obtenida.

4. Diseño de un experimento o simulación.

5. Realización del experimento o simulación.

6. Análisis de los resultados obtenidos.

7. Conclusión del proyecto.

INDICADORES DEL PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

1. Identificación del tema y del problema a resolver.

2. Búsqueda de información sobre el tema.

3. Análisis de la información obtenida.

4. Diseño de un experimento o simulación.

5. Realización del experimento o simulación.

6. Análisis de los resultados obtenidos.

7. Conclusión del proyecto.

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EVALUACIÓN DEL PROYECTO POR LOS ALUMNOS :

INDICADORES DEL PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

1. Identificación del tema y del problema a resolver.

2. Búsqueda de información sobre el tema.

3. Análisis de la información obtenida.

4. Diseño de un experimento o simulación.

5. Realización del experimento o simulación.

6. Análisis de los resultados obtenidos.

7. Conclusión del proyecto.

PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

EVALUACIÓN DEL PROYECTO POR EL PROFESORADO :

INDICADORES DEL PROYECTO "VIBRACIONES Y ONDAS"

1. Identificación del tema y del problema a resolver.

2. Búsqueda de información sobre el tema.

3. Análisis de la información obtenida.

4. Diseño de un experimento o simulación.

5. Realización del experimento o simulación.

6. Análisis de los resultados obtenidos.

7. Conclusión del proyecto.

**ANEXO VI: EVALUACIÓN POR PARTE DE PROFESORADO AJENO
AL PROYECTO, MEDIANTE ENCUESTA REALIZADA EN GOOGLE
DOCS®**

EVALUACIÓN DEL PROYECTO "VIBRACIONES Y RUIDOS"

En este formulario, se hace una valoración de las prácticas que se incluyen en el Proyecto de cooperación en materia de Innovación e Investigación entre el profesorado universitario y el profesorado no universitario de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, titulado "Vibraciones y ruidos"

Sobre las prácticas *

Los materiales propuestos se ajustan a la realidad del aula y al contexto educativo.

Sobre la utilidad de las prácticas *

Se identifican los problemas de enseñanza-aprendizaje y sus posibles causas.

Sobre el manejo de los aparatos de laboratorio *

El profesor y el alumnado manejan los instrumentos de forma sencilla y segura. Sus planteamientos son claros y permiten adaptarse al alumnado y a los contenidos que se abordan.

Sobre lo que se aprende o obtiene *

Los alumnos comprenden la finalidad de los materiales y son capaces de obtener conclusiones de su manejo.

Sobre su utilidad en el ámbito social y laboral *

Con estas prácticas, ¿crees que se consigue una concienciación social hacia la contaminación acústica y de vibraciones, con futura utilidad en la prevención de riesgos laborales?

Utilidad para otros niveles educativos

Se pueden adaptar los instrumentos a otros niveles educativos.

- Si se pueden adaptar
- No se pueden adaptar

Añadir elemento →

Mensaje de confirmación

Hemos registrado tu respuesta.

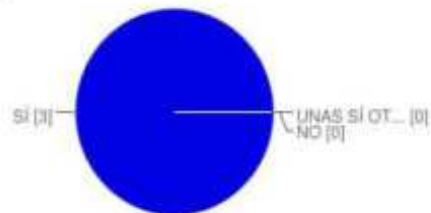
- Mostrar enlace para enviar otra respuesta
- Publicar y mostrar un enlace a los resultados de este formulario ?
- Permitir que los encuestados editen las respuestas después de enviarlas

Enviar formulario

3 respuestas

Resumen [Ver las respuestas completas](#) [Publicar datos de análisis](#)

Sobre las prácticas



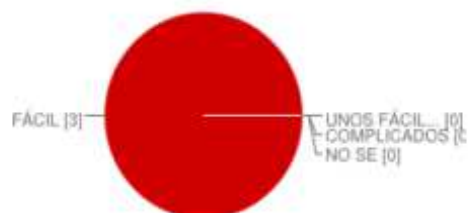
SÍ	3	100%
UNAS SÍ OTROS NO	0	0%
NO	0	0%

Sobre la utilidad de las prácticas



SÍ	3	100%
UNAS SÍ OTROS NO	0	0%
NO	0	0%

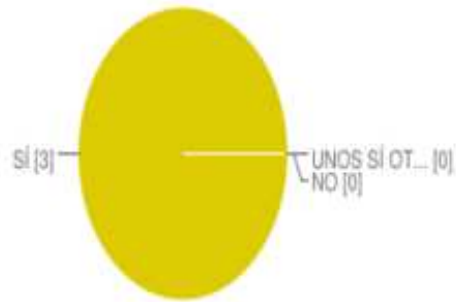
Sobre el manejo de los aparatos de laboratorio



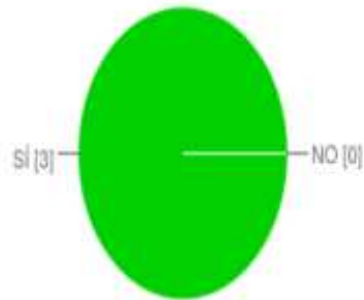
FÁCIL	3	100%
UNOS FÁCILES Y OTROS COMPLICADOS	0	0%
COMPLICADOS	0	0%
NO SE	0	0%

Sobre los resultados obtenidos

SÍ	3	100%
UNOS SÍ OTROS NO	0	0%
NO	0	0%

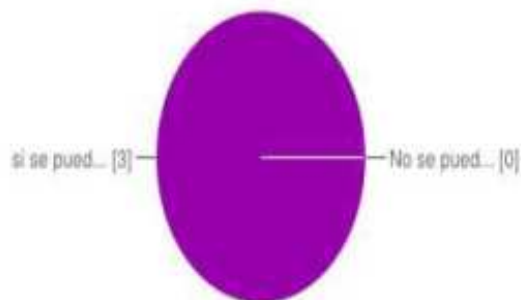


Sobre su utilidad en el ámbito social y laboral



SÍ	3	100%
NO	0	0%

Utilidad para otros niveles educativos



si se pueden adaptar	3	100%
No se pueden adaptar	0	0%

Como podemos observar, el profesorado al que se le pasó la encuesta y que es de la especialidad de Física y Química, ajeno a la elaboración del Proyecto, destaca el poder utilizar estas prácticas en otros niveles educativos, el manejo de los aparatos es sencillo y creen que los resultados que hemos obtenido satisfacen los objetivos que nos marcamos.

**ANEXO VII: EVALUACIÓN POR PARTE DEL ALUMNADO SOBRE
LAS PRÁCTICAS DEL PROYECTO, MEDIANTE ENCUESTA
REALIZADA EN GOOGLE DOCS®**

EVALUACIÓN DEL PROYECTO "VIBRACIONES Y RUIDOS"

En este formulario, se hace una valoración de las prácticas que se incluyen en el Proyecto de cooperación en materia de Innovación e Investigación entre el profesorado universitario y el profesorado no universitario de la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, titulado "Vibraciones y ruidos"
***Obligatorio**

Sobre las prácticas *

¿Crees que las prácticas realizadas se ajustan a lo estudiado en el aula?

Sobre la utilidad de las prácticas *

¿Se comprende lo que se persigue en cada práctica?

Sobre el manejo de los aparatos de laboratorio *

El manejo de los instrumentos de laboratorio es:

Sobre los resultados obtenidos *

¿Crees que los resultados obtenidos ayudan a comprender los contenidos estudiados teóricamente?

Sobre su utilidad en el ámbito social y laboral *

Con estas prácticas, ¿crees que se consigue una concienciación social hacia la contaminación acústica y de vibraciones, con futura utilidad en la prevención de riesgos laborales?

Sobre su inclusión en el curso de segundo de bachillerato *

Selecciona cuál ó cuáles de las siguientes prácticas aconsejarías incluir en el curso de 2º de Bachillerato en la asignatura de Física, según tu experiencia

- Prácticas sobre el MAS utilizando el péndulo
- Práctica sobre la energía potencial elástica
- Práctica sobre ondas estacionarias en una cuerda con extremos fijos
- Práctica sobre sonido: tubo de Kundt
- Práctica sobre sonido: Nivel de intensidad
- Práctica sobre resonancia entre péndulos
- Prevención de riesgos laborales: Vibraciones y ruidos

Sobre el tiempo que dedicarías a estas prácticas *

Sabiendo que hemos dedicado 3 horas a estas prácticas, dedicarías más tiempo porque:

[Enviar]

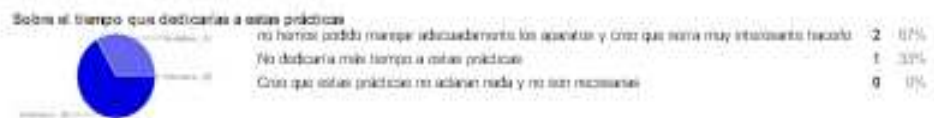
Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

Con la tecnología de


Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.
[Informar sobre abusos](#) - [Condiciones del servicio](#) - [Otros términos](#)

3 respuestas

Resumen: Ver las respuestas completas [Publicar datos de análisis](#)



Hay que destacar que se han realizado las prácticas con alumnado voluntario, y la contestación a este cuestionario también lo ha sido.

En esta encuesta, podemos destacar que se corresponden con lo estudiado en el aula, que se comprenden los objetivos que se persiguen con las experiencias, que los instrumentos son fáciles de manejar, que el análisis de los resultados obtenidos ayudan a comprender los contenidos impartidos en el aula, que se consigue una concienciación social hacia la contaminación acústica y de la influencia de ruidos en la salud, al alumnado le gustaría realizar más prácticas de laboratorio y que les gusta, en mayor medida, las prácticas de la segunda fase (estudio de las ondas) puesto que las ven útiles para una mayor comprensión de los contenidos teóricos.