

Itinerari. Descripció detallada

Títol Música i so

Descripció de l'itinerari

Aquesta unitat està dividida en 4 apartats. "Produir sons" mostra el funcionament de les cordes vocals d'un cantant de roc, moviment que ens permet estudiar el Moviment Harmònic Simple. La vibració de les cordes vocals, d'una corda, etc generen una ona de la que cal conèixer els diferents paràmetres: amplitud, freqüència, període, ... Aquestes ones poden superposar-se amb altres donant lloc a fenòmens d'interferència, fenòmens que es poden analitzar amb ajuda de programes com l'Audacity. "Instruments i notes musicals" ens parla de les qualitats sonores de diferents instruments que amb ajuda de l'Audacity es poden posar de relleu. Els diferents sons dels instruments s'obtenen per superposició d'harmònics, és a dir, de diferents ones estacionàries. El tercer apartat " El soroll" ens introdueix en el control d'aquest i en la sensació sonora que aquest produeix i ens mostra que per exemple, el so de tres flautes no és el triple de so d'una de sola. L'últim apartat "Últim bis" és un apartat de síntesi on es proposen i activitats de recapitulació i es recorden els objectius de la unitat..

Al llarg dels diferents apartats de la unitat apareixen, com a exemple, alguns exercicis resolts. També s'hi pot trobar una col·lecció d'exercicis amb solucions per a que l'alumnat pugui aprofundir en l'assoliment dels diferents objectius.

El símbol  , al costat d'una activitat, indica que hi ha un full d'activitat disponible.

Comentaris generals

La unitat té un ampli ventall d'activitats de molts tipus, entre les que es recomanen les següents:

- ✓ A4: Explorant ones de so (amb el programa Audacity)
- ✓ A6: Interferències sonores
- ✓ A7: Superposició d'ones
- ✓ A12: Anàlisi de sons
- ✓ A14: El soroll que ens envolta
- ✓ Comparar amb un sonòmetre la diferència de sonoritat entre una flauta i varies flautes.

Aquesta unitat ocuparia tot el primer trimestre. Així es pot dividir en dues parts a l'hora de plantejar dos exàmens: un tractaria el MHS i l'altra les ones. Una opció és plantejar la matèria de manera acumulativa de manera que, en aquest cas, en l'examen d'ones sortirien també aspectes del MHS.

Pla de la unitat

Apartat/Secció		Activitats	Punts clau	Observacions
1. Produir sons		A1 Nous instruments, nous sons M' escolteu?	<ul style="list-style-type: none"> vibracions so 	Vídeo "Quequicom" Pàgina web
1.1 Les vibracions i el moviment periòdic	<ul style="list-style-type: none"> la veu humana 	La veu humana A2 De què depèn el període d'un pèndol?	<ul style="list-style-type: none"> Vibracions, moviment periòdic, cicle període, freqüència 	Vídeo youtube de National Geographic Miniaplicació phet
1.2 el MHS: un moviment vibratori interessant			<ul style="list-style-type: none"> MHS 	
1.2.1 Anàlisi del MHS		Moviment harmònic simple Exemple resolt A3 Cos oscil·lant en una molla	<ul style="list-style-type: none"> Equació del MHS 	Miniaplicació Wolfram Alpha Activitat multilab
1.2.2 Energia del MHS		Energia mecànica d'una molla	<ul style="list-style-type: none"> Energia potencial elàstica Conservació de l'energia 	Miniaplicació Wolfram Alpha
1.2.3 Gràfiques posició-temps del MHS		La diferència de fase	<ul style="list-style-type: none"> Equació MHS Fase 	Miniaplicació Wolfram Alpha
1.3 El so	<ul style="list-style-type: none"> Vibració d'un instrument 	A4 Explorant les ones del so	<ul style="list-style-type: none"> Ones mecàniques i electromagnètiques Ones transversals i longitudinals 	Activitat amb Audacity
1.3.1 L'equació de les ones		Ona longitudinal	<ul style="list-style-type: none"> Equació d'ones 	Miniaplicació de David Harrison
1.3.2 Representació de les ones viatgeres			<ul style="list-style-type: none"> Doble periodicitat 	
1.3.3 Les ones i els obstacles		Reflexió i refracció segons Huygens	<ul style="list-style-type: none"> Principi de Huygens Reflexió i refracció 	Miniaplicació de Walter Fendt

		Difracció d'ones	• Difracció	Miniaplicació de netfirms.com
1.3.4 Efecte Doppler		Efecte Doppler	• Efecte Doppler	Fragment vídeo "Cosmos"
1.4 Superposició d'ones		A7 Superposició de sons. Estudi qualitatiu	• Superposició	Activitat amb Audacity
1.4.1 Interferències		Interferències A6 📖 Interferències sonores A7 📖 Superposició d'ones A8 📖 Mesura de la velocitat del so	• Superposició	Miniaplicació Wolfram Alpha Activitat Audacity i miniaplicació fislab Activitat amb Audacity Miniaplicació de Angel Franco
2. Instruments i notes musicals	Instruments musicals			
2.1 Instruments de corda	Instruments de corda	Una corda molts sons A9 Cordes estacionàries en una corda A10 📖 Harmònics en una corda fixa pels dos extrems	• Ones estacionàries • Harmònics	Vídeo de teachersdomain Activitat experimental Miniaplicació Wolfram Alpha
2.2 Instruments de vent	Instruments de vent	A11 Ressonància en tubs	• Ones estacionàries • Harmònics	Miniaplicació Wolfram Alpha
2.3 La complexitat dels sons		A12 📖 Anàlisi de sons	• Espectre de freqüències, anàlisi de Fourier	Activitat amb Audacity
3 El Soroll		A13 📖 Combatre el soroll	• Caiguda lliure	Vídeo "Quequicom"
3.1 Què és exactament		Exemple resolt	• Sensació sonora, decibels	Activitat amb sonòmetre

el soroll?		A14 Tres flautes fan el triple de soroll?		
3.2 El control del so	Aïllament acústic	A15 El soroll que ens envolta	<ul style="list-style-type: none"> • Sensació sonora, decibels • Aïllament 	Activitat amb sonòmetre
4. Últim bis	<ul style="list-style-type: none"> • Síntesi de la unitat 	A16 Repasseu tot el que heu après		Pàgina web de la UPC
4.1 Objectius	<ul style="list-style-type: none"> • Objectius de la unitat 			
4.2 Activitats finals	<ul style="list-style-type: none"> • Qüestions de Selectivitat 	A17 Síntesi d'ones		Resum de la unitat Col·lecció final d'exercicis

Recursos emprats

Software

Audacity.

Es pot descarregar de

<http://audacity.sourceforge.net/?lang=es>

Multilab

La versió que tenim als centres pot ser que no vagi bé amb els equips si aquests tenen, com a sistema operatiu, el W7. Hom es pot descarregar el multilab per a la versió windows 7 de 64 bits de:

ftp://MultiLabVA:DataLogger@fourier.exavault.com/Multilab_1.52_Win7_64bit/MultiLab_1.52_64bit.zip

Per executar les miniaplicacions de wolfram Alpha, cal instal·lar el programa CDF Player que es pot descarregar de

<http://demonstrations.wolfram.com/download-cdf-player.html>

Bibliografia

- *Física*, Paul. A. Tipler, Ed. Reverté, S.A.
- *Física Conceptual*, Paul G. Hewitt, Pearson Educacion (10a Edició)
- http://ocw.upm.es/apoyo-para-la-preparacion-de-los-estudios-de-ingenieria-y-arquitectura/fisica-preparacion-para-la-universidad/materiales-de-estudio-y-lectura-basicos?set_language=es

La següent web conté un ampli ventall d'exercicis contextualitzats:

<http://www.physicsclassroom.com/calcpad/>

Es poden trobar més exercicis contextualitzats a:

<http://www.iesfelanitx.org/departaments/fisica-quimica/documents/Activitats%20MVHS%20i%20ones%2009-10.pdf>

Material necessari

Sensors de força i posició, multilog, sonòmetre, vibrador de melde o semblant per obtenir ones estacionàries en una corda fixa pels dos extrems com, per exemple, el que es mostra en la següent figura:



Temporització

Unes 9 setmanes

Justificació de la seqüència

A1 Nous instruments, nous sons

Amb ajuda d'un vídeo de la sèrie "Quequicom", s'introdueix a l'alumnat una sèrie de conceptes que s'aniran treballant al llarg de tota la unitat.

M'escolteu?

Pàgina web que introdueix a l'alumnat un seguit d'aspectes teòrics i pràctics al voltant del so. És una pàgina web que mostra un seguit de curiositats sobre el so.

<http://www.caosciencia.com/ideas/articulo.php?id=100712>

La veu humana

Aquest breu vídeo de National Geographic mostra com la vibració de les cordes vocals li donen al cantant d'Aerosmith, Steve Tyler la seva característica veu.

A2 De què depèn el període d'un pèndol?

Activitat "TAC". En aquesta activitat es proposa, amb ajuda d'una miniaplicació, estudiar el moviment d'un pèndol. L'alumnat ha de fer les seves prediccions, i corroborar-les després presentant al final un informe.

http://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_ca.html

Moviment harmònic Simple

El moviment circular i el MHS són moviments periòdics. Tenen però, alguna altra relació? Una simulació de “Wolfram Alpha” permet deduir l’equació del MHS amb l’ajuda d’arguments geomètrics obtinguts a partir d’un objecte que descriu un moviment circular uniforme.

<http://demonstrations.wolfram.com/SimpleHarmonicMotion/>

A3 Cos oscil·lant en una molla

Activitat “pràctica” amb els sensors de força i de posició del multilab per tal d’obtenir les relacions entre la força i la posició.

Energia mecànica d’una molla

L’energia mecànica d’un cos que descriu un MHS és constant si bé tant l’energia cinètica com la potencial varien amb el temps de manera periòdica. La següent simulació permet veure amb més detall aquests i d’altres aspectes.

<http://demonstrations.wolfram.com/SimpleHarmonicMotionForASpring/>

La diferència de fase

En general dos MHS poden presentar qualsevol diferència de fase entre ells tal com es pot veure en la següent simulació

<http://demonstrations.wolfram.com/HarmonicOscillation/>

El diapasó

Al vibrar el diapasó produeix compressions i descompressions de l’aire que hi ha al seu voltant. Aquesta pertorbació es trasllada en forma de moviment ondulatori produint un so.

<http://demonstrations.wolfram.com/TuningFork/>

A4 Explorant les ones de so

Activitat “experimental”. Amb ajuda del programa Audacity. Aquest programa és de codi obert i es pot descarregar lliurement. El programa permet veure en detall el perfil de l’ona sonora i determinar la seva longitud d’ona, la seva freqüència, el seu període.

El programa també permet la gravació de sons. Aquí pot ser interessant gravar una vocal com la A d’una noia i d’un noi. Ampliant la ona obtinguda es pot veure que hi ha una certa periodicitat (no és tant “maca” com en el cas d’un to pur, però és important que l’alumnat sigui conscient de que les ones reals no són tant “maques”) i observar que hi ha diferències entre els dos perfils, diferències que van lligades al timbre.

Ona longitudinal

El so és una ona longitudinal. La següent simulació permet entendre com es propaga i com, a partir de la manera com es propaga, es pot fer una representació.

http://www.meet-physics.net/David-Harrison/catala/Waves/long_wave/long_wave.html

La mateixa simulació també permet mostrar les ones transversals.

Reflexió i refracció segons Huygens

Quan els fronts d’ona arriben a la superfície de separació entre dos medis, part es reflecteixen i part es refracten. La següent simulació permet veure què succeeix amb els fronts d’ona d’acord al principi de Huygens.

http://www.walter-fendt.de/ph14s/huygenspr_s.htm

Difracció d'ones

El fenomen de la difracció és pot observar fàcilment en una cubeta d'ones. Les següents pàgines web mostren un seguit de vídeos sobre aquest fenomen.

<http://ngsir.netfirms.com/englishhtm/Diffraction.htm>
<http://ngsir.netfirms.com/englishhtm/Diffraction2.htm>
<http://ngsir.netfirms.com/englishhtm/Diffraction3.htm>

Efecte Doppler

El següent vídeo permet comprendre amb més detall aquest efecte del so i de totes les ones.

<http://www.youtube.com/watch?v=fAskr2pYYgg>

Es tracta d'un fragment de la sèrie "Cosmos" de Carl Sagan. L'efecte Doppler apareix en relació al moviment d'un tren per una via. En el mateix vídeo es parla de l'efecte Doppler que experimenta la llum que ens arriba dels astres.

A5 Superposició de sons. Estudi qualitatiu

Activitat "pràctica" qualitativa. Amb ajuda d'uns altaveus i d'un ordinador es pot observar el fenomen de les interferències. Es tracta de generar un to pur (440 Hz per exemple) amb el multilab i fer-lo sonar. L'alumnat es pot moure per l'aula i s'adonarà que hi ha punts en que la sonoritat es nul·la o pràcticament nul·la; en canvi en altres punts la sonoritat serà major.

Interferències

El següent simulador permet estudiar la interferència entre dues ones i veure quins són els possibles resultats. Es pot moure el "cursor time" per tal de variar l'ona resultant.

<http://demonstrations.wolfram.com/SuperpositionOfWaves/>

A6 Interferències sonores

La revista Recursos de Física núm. 7 us proposa l'activitat interferències sonores que us permetrà fer un estudi quantitatiu d'aquest fenomen.

<http://rrfísica.cat/>

La proposta que fa la revista es molt similar a la que es fa en l'Activitat A5 de manera qualitativa. Ara però es demana a l'alumnat que en faci el càlculs precisos. Per ajudar en els càlculs, es proposa utilitzar una miniaplicació del professor Tavi Casellas.

<http://www.xtec.cat/~ocasella/applets/ones/appletsol.htm>

A7 Superposició d'ones

Activitat "TAC". Amb ajuda del programa Audacity es tracta de generar dos o més tons. Amb ajuda d'una de les eines del programa es pot desplaçar una de les ones generades, és a dir, es pot canviar la fase i es pot fer sonar els dos tons simultàniament.

En la mateixa activitat es poden generar dos tons de freqüències molt properes per tal d'observar el fenomen de les pulsacions.

El programa Audacity és molt útil per tal d'explicar a l'alumnat la idea de la "diferència de fase", ja que es poden generar dos tons idèntics i desplaçar-ne un d'ells segons convingui. Així es pot mostrar gràficament (si es té un canó de llum millor) què passa quan les dues ones recorren una distància diferent. Si la diferència de camí recorregut és múltiple de la longitud d'ona

s'obté una interferència constructiva. En canvi si la diferència en el camí recorregut és un múltiple de semilongituds d'ona, s'obté una interferència destructiva. Tot això es pot obtenir molt fàcilment amb ajuda del programa.

A8 Mesura de la velocitat del so

Activitat "pràctica". En aquesta activitat i amb ajuda d'una miniaplicació, es proposa a l'alumnat mesurar la velocitat del so. La miniaplicació es pot trobar en la pàgina d'Angel Franco

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/quincke/quincke.htm#Medida de la velocidad del sonido. El tubo de Quincke>

Una corda molts sons

En aquest vídeo, Jonah Ellsworth mostra com amb una sola corda del violoncel pot executar una obra de Rossini

A9 Ones estacionàries en una corda

Activitat "pràctica". Amb ajuda d'un vibrador de Melde o d'un dispositiu similar que pugui generar ones estacionàries en una corda es tracta de que l'alumnat generi ones estacionàries en una corda i vegi que canviant la longitud i/o la tensió pot canviar el perfil de l'ona obtinguda, és a dir, pot generar diferents harmònics.

Un dispositiu que permet generar ones estacionàries es pot veure en la següent imatge:



A10 Harmònics en una corda fixa

Activitat “experimental”. Amb ajuda d’una simulació es tracta de buscar una relació entre la longitud de la corda i la longitud d’ona de les ones estacionàries generades. Un cop es té aquesta relació, l’alumnat pot buscar la relació entre la freqüència fonamental i les freqüències dels diferents harmònics.

<http://demonstrations.wolfram.com/TransverseStandingWaves/>

A11 Ressonància en tubs.

Activitat “pràctica”. Amb ajuda d’una simulació es tracta d’estudiar la ressonància en tubs oberts pels dos extrems o oberts només per un. Cal analitzar les relacions existents entre la longitud del tub i la longitud d’ona així com les relacions entre les freqüències del mode fonamental i els sobretons.

<http://demonstrations.wolfram.com/ResonanceInOpenAndClosedPipes/>

A12 Anàlisi de sons

Activitat “pràctica” amb ajuda del programa Audacity. Es tracta de fer l’anàlisi de Fourier de diferents sons i veure l’espectre de freqüències. Un to pur tindrà una sola freqüència, mentre que un “soroll” tindrà moltes freqüències i cap d’elles serà, segurament, predominant.

En el vídeo inicial de la unitat, ja apareixia aquest concepte d’espectre de freqüències. Amb aquesta activitat l’alumnat podrà arribar a “identificar” sons a partir de l’espectre.

A13 Identificant sons

L'oboè i el fagot són dos instruments de tipus tub tancat ja que tots dos tenen una canya lligada a un tudell que comunica pressió a l'aire i impedeix que aquest es pugui moure amb llibertat.

Ambdós instruments pertanyen al grup d'instruments de vent fusta i la diferència més evident entre ells és la distància que ha de recórrer l'aire abans no surt de l'instrument. La llargada d'un oboè és d'uns 67,44 cm podent oscil·lar en funció del model. En el cas del fagot, la longitud total és de 250 cm.

Amb ajuda dels espectres l'activitat proposada identifica cada instrument. La mateixa activitat introdueix a l'alumnat la idea d'afinar.

A14 Combatre el soroll

El programa "Quèquicom" parla, en aquest capítol, de com es mesura el soroll, com es pot combatre i com pot afectar la concentració i la salut.

A15 Tres flautes fan el triple de soroll?

Activitat "pràctica". El més lògic de pensar és que tres flautes faran el triple de soroll que una. Amb ajuda d'un sonòmetre es tracta de posar en evidència aquesta idea prèvia.

Una manera alternativa de fer l'activitat és generar tres tons idèntics amb l'Audacity i mesurar amb el sonòmetre situat a prop d'un altaveu la intensitat sonora que genera un so i tres.

A16 El soroll que ens envolta

Activitat "pràctica". Fent ús d'un sonòmetre, cal fer diferents mesures en l'entorn: al pati, dins d'una aula, al carrer, etc. Cal comprovar els nivells d'intensitat sonora que ens envolten cada dia. Es tracta d'analitzar i pensar penseu com es poden millorar aquests nivells utilitzant diferents tipus d'aïllaments.

A17 Repasseu tot el què heu après

Activitat de "síntesi". La següent pàgina web de la UPC permet fer un repàs de tots els conceptes que s'han estudiat en aquesta unitat.

http://baldufa.upc.edu/arcadi/Acustica/Temes_actiu_hipert.htm

A18 Síntesi d'ones

Activitat de "síntesi". Es tracta de resumir els diferents conceptes estudiats en una graella

<i>Propietat</i>	<i>Tipus d'ona</i>			
	<i>Ones sonores</i>	<i>Ones en una corda</i>	<i>Ones de llum</i>	<i>Totes les ones</i>
Obeeix l'equació de les ones $v = f\lambda$	✓	✓	✓	
La rapidesa depèn del material		$v = \sqrt{\frac{\text{Tensió}}{\mu}}$	índex de refracció $\frac{\sin \hat{i}}{\sin \hat{r}} = \frac{v_1}{v_2}$	
Es propaguen en el buit				
Transversals				
Longitudinals				
Es reflecteixen				
Se superposen				

Taula 2. Resum de les propietats de les ones