



## **SMARTPHONE E TABLET PER L'INSEGNAMENTO DELLE SCIENZE**

11-12 Settembre 2015  
Città della Scienza  
via Coroglio, 104 - Napoli

# Acustica con gli Smartphone

Sara Orsola Parolin

*Gruppo Smart AIF, Liceo Faenza*

Subito dopo la meccanica, l'acustica è la branca della Fisica che ha cominciato ad essere investigata approfonditamente con l'ausilio degli smartphone.

Ad oggi ci sono decine di pubblicazioni in riviste del settore sull'utilizzo degli smartphone in acustica, più che in qualunque altro campo fisico.

Perché?

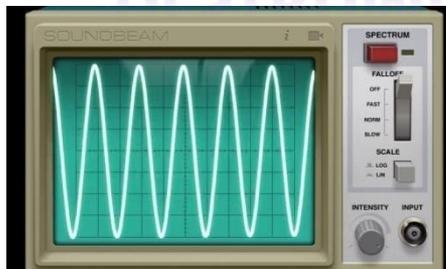
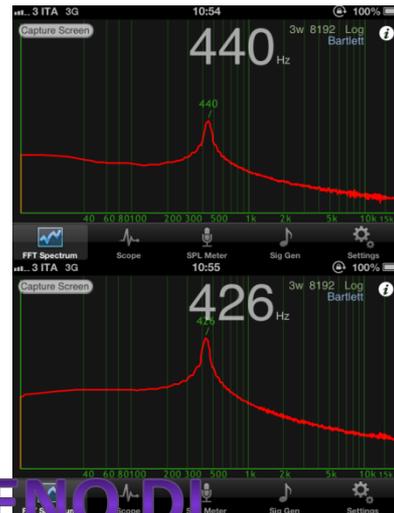
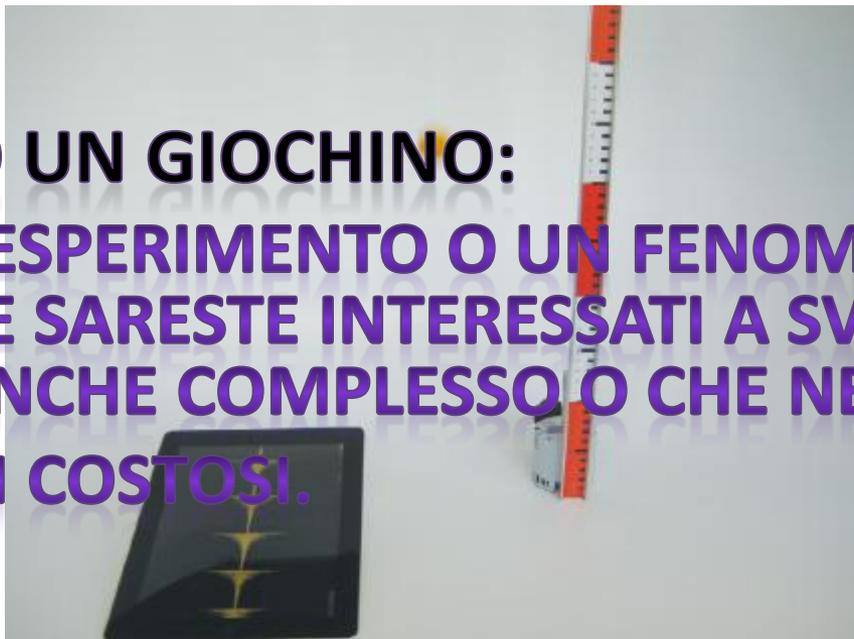




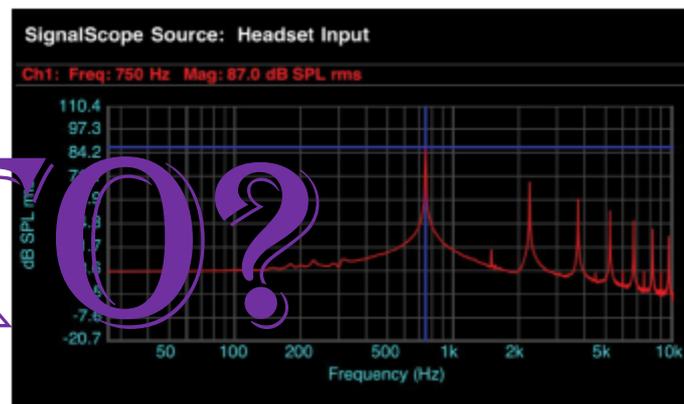
***NON CI CREDETE?***

**FACCIAMO UN GIOCHINO:**

**PENSATE A UN ESPERIMENTO O UN FENOMENO DI ACUSTICA CHE SARESTE INTERESSATI A SVOLGERE IN CLASSE... ANCHE COMPLESSO O CHE NECESSITA DI STRUMENTI COSTOSI.**



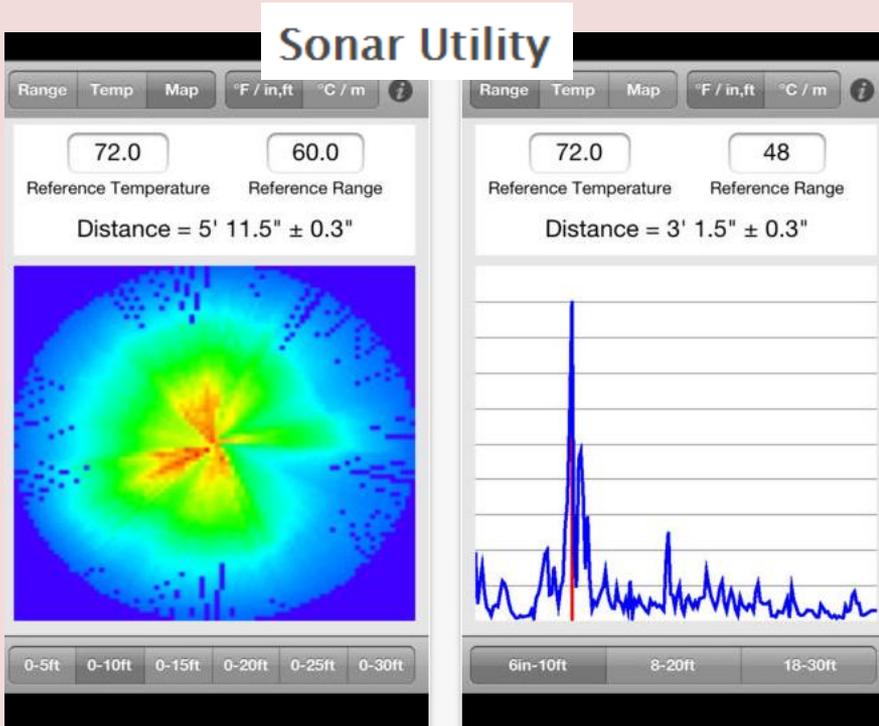
**PENSATO?**



# Forse era un esperimento che sfruttava il fenomeno dell'ECO?

- misurano la distanza tra app e gli ostacoli circostanti
- richiedono di inserire la temperatura del luogo, per calcolare la velocità del suono in aria

$$v = 331 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \vartheta$$



# Un esperimento più complesso con app acoustic ruler pro...



Misura la distanza tra due dispositivi Apple, che vanno precedentemente calibrati e posizionati abbastanza lontani per avere un errore relativo minore, perché l'incertezza reale è di 1-2cm (misura distanze fino a 25metri). Bisogna far silenzio.



Ma ha il vantaggio di fornire il tempo che impiega il suono emesso a “viaggiare” da un dispositivo all'altro



In questo modo è possibile far calcolare ai ragazzi in classe la velocità dell'onda sonora  $v = d / \Delta t$

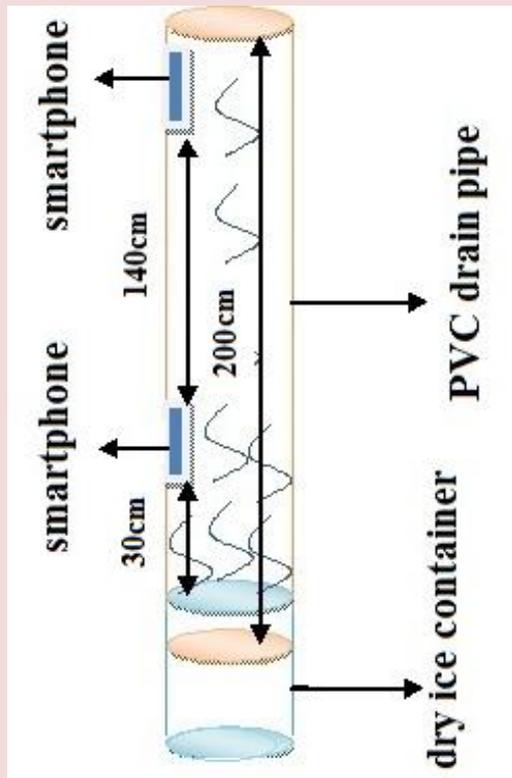


# Oppure... calcolare la velocità del suono in differenti miscele gassose?

ARTICOLO:

Smartphone-aided measurements of the speed of sound in different gaseous mixtures

[Sara Orsola Parolin Giovanni Pezzi The Physics Teacher 11/2013; 51\(8\):508-509.](#)



Il tubo funziona anche con miscele contenenti elio



Ghiaccio secco che sublima

Le bolle di sapone restano sospese: l'anidride carbonica è più pesante dell'aria, la velocità del suono sarà minore

Smartphones posizionati dentro la cassa

# Misura della velocità del suono in differenti miscele gassose

Non più necessario

$$\Delta t = d_{\text{estimated by iPhone}} / v_{\text{air}}$$

Sola andata

$$v_{\text{effective}} = d_{\text{real}} / \Delta t$$

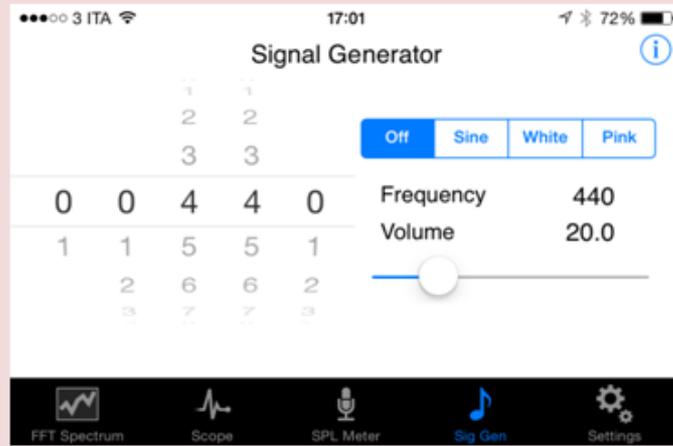
Sola andata



# Oppure avete pensato ad un esperimento con generazione e ricezione di onde sonore?

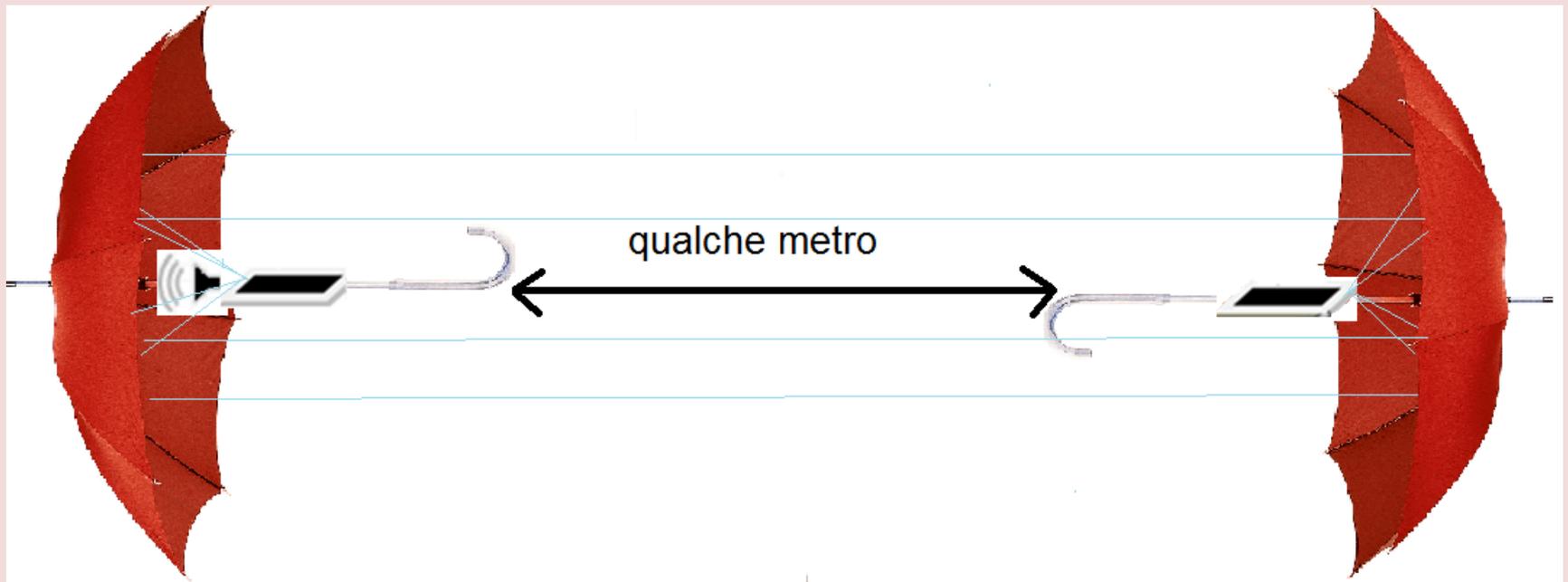
Smart come generatore di onde sonore e come frequenzimetro

App che utilizzo : *Audio Kit*  
dispositivi: *due smartphone/ tablet*



Possiamo riflettere il suono emesso da  
uno smartphone... e focalizzarlo  
Usiamo due ombrelli bagnati, due smartphone,  
qualche elastico per fermare gli smart

Troviamo il fuoco del paraboloide degli ombrelli, mettiamoci gli  
smart, usiamo uno smartphone come generatore di suono  
(mettiamo il volume basso) e uno come frequenzimetro...in  
alternativa possiamo mettere l'orecchio di uno studente smilzo...



# Oppure qualche fenomeno di interferenza? Ad esempio i Battimenti?

**Articolo: Analyzing the acoustic beat with mobile devices** Jochen Kuhn, Patrik Vogt, and Michael Hirth, *The Physics Teacher* **52, 248 (2014);**

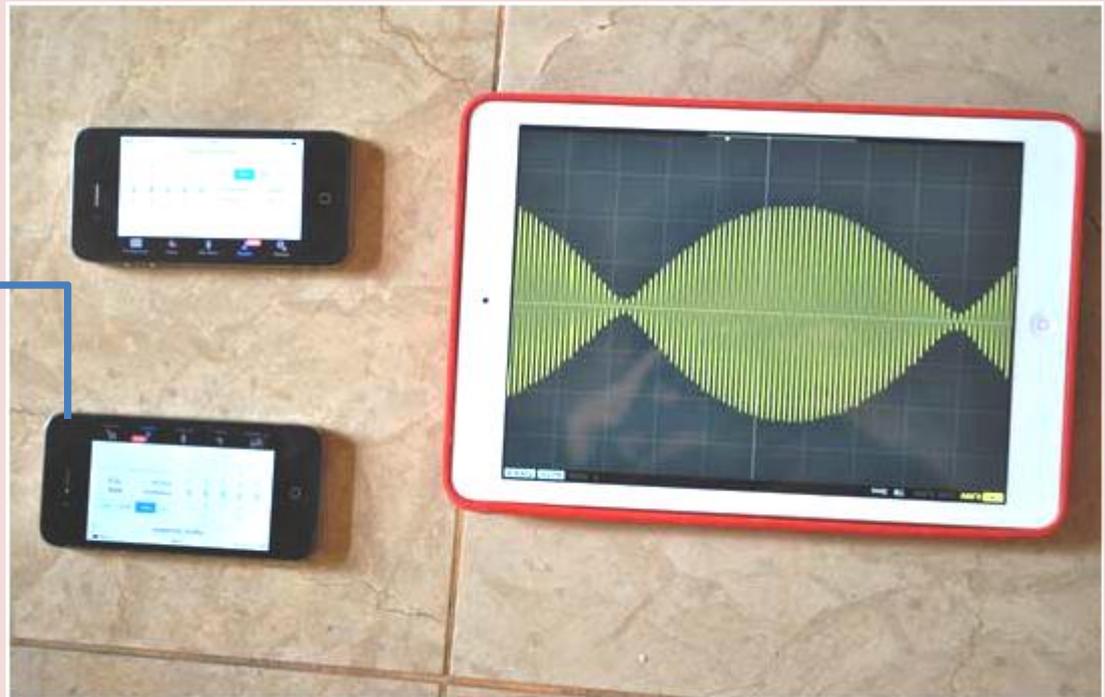
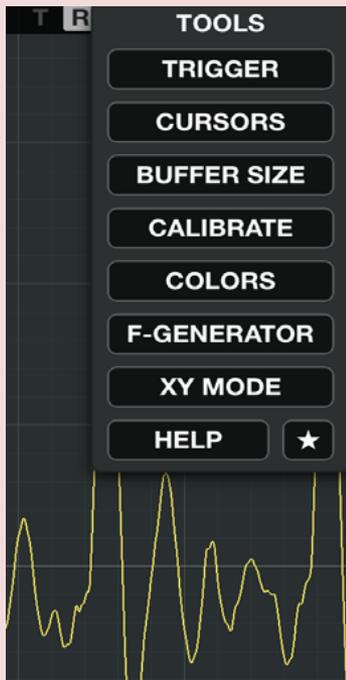
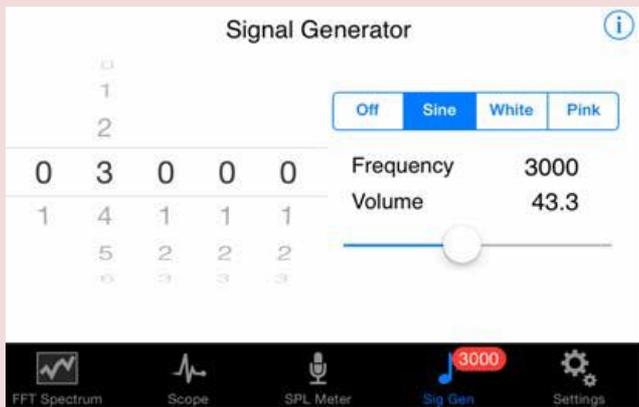
App : *Audio Kit, Oscilloscope*



Dispositivi: Tre smartphone (o tablet)

e... tappi per le orecchie!





Misura preliminare: disporre gli altoparlanti degli smartphone in modo tale che le onde vengano rilevate di uguale ampiezza!

# O ancora...un esperimento sulle onde stazionarie?

Tubo di Kundt: onde stazionarie in colonne d'aria vibrante e misura della velocità del suono

## Kundt's tube experiment using smartphones

Sara Orsola Parolin and Giovanni Pezzi, *Physics Education* 50 (4) 2015

Materiali: tubi di plastica o cartone, due smartphones, un metro flessibile, asta, elastici

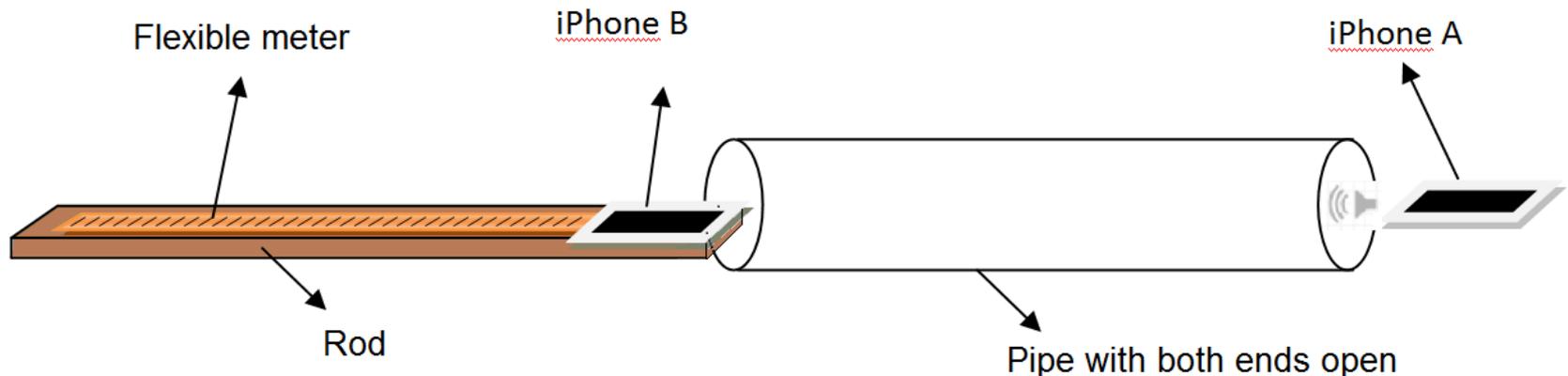
Se si usano tubi opachi, si può utilizzare un software mirroring

App:

ambiente iOS: Audio Kit, Oscilloscope o Soundbeam

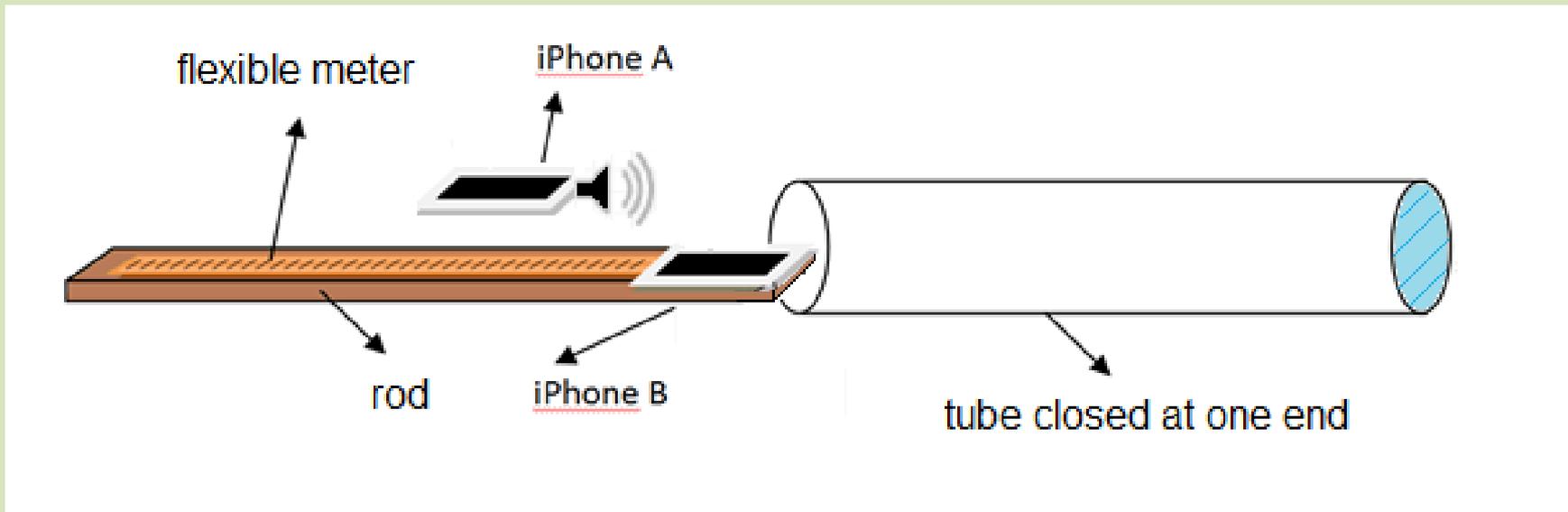
ambiente Android: Signal Generator, Oscilloscope, AudiA

## 1 Tubo aperto da ambo i lati





## 2. Tubo aperto da solo un lato



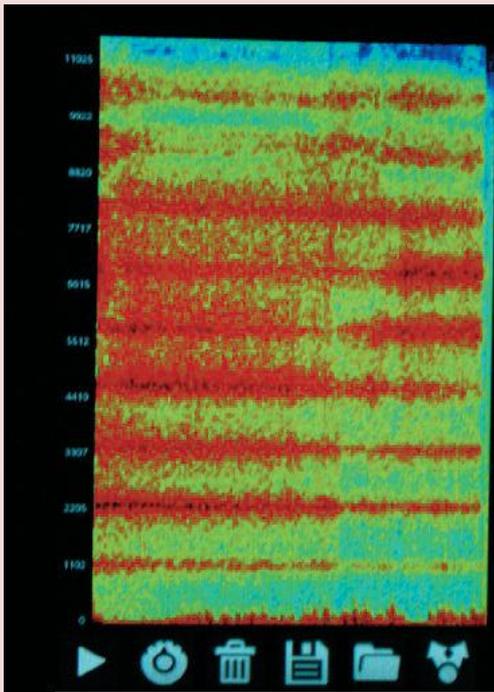


# Acustica con una Bic e uno *smartphone*

Lorenzo Galante, Anna Maria Lombardi, LFNS Maggio 2013

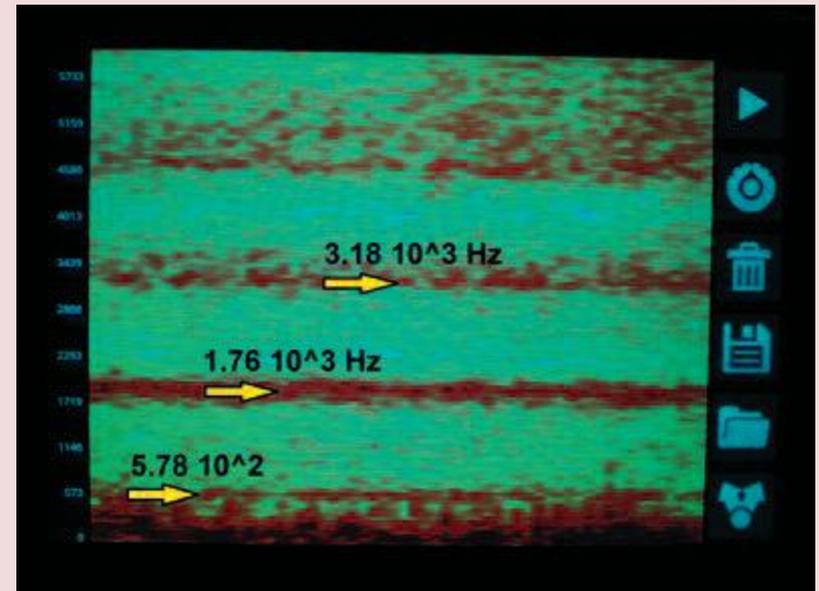
Soffiando all'imboccatura della biro si eccita l'aria nel tubo e si stimola la formazione di onde stazionarie al suo interno.

Lo smartphone tramite microfono e algoritmo di calcolo della app ci mostra sul display lo spettrogramma del suono emesso dalla Bic.



app  
*SpectrumView*

Spettrogramma frequenze di una cannuccia aperta ad entrambe le estremità.



Spettrogramma frequenze della BIC aperta ad entrambe le estremità.

# **1. Experimental investigation of acoustical resonances in one-dimensional shaft carriers with Smartphone and Tablet-PC**

**Michael Hirth, Sebastian Gröber, Jochen Kuhn und Andreas Müller ,  
*Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* PhyDid 1/14 (2015), S.12-25**

- **2. Stationary waves in tubes and the speed of sound**

- **Lutz Kasper, Patrik Vogt, and Christine Strohmeyer, *The Physics Teacher* 53, 52 (2015); doi: 10.1119/1.4904249**

# Qualcuno ha pensato all'effetto Doppler?

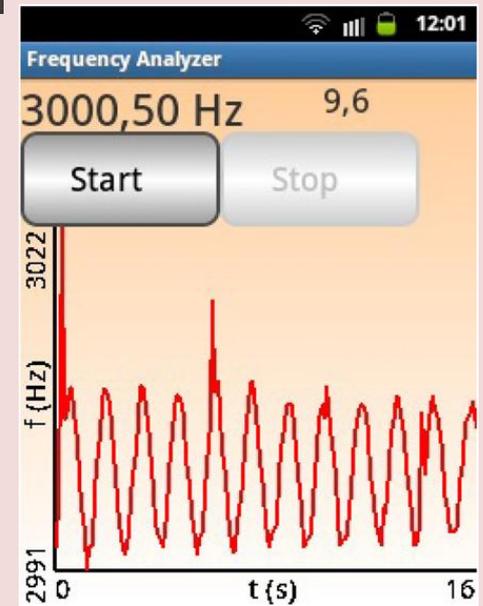
- Alcuni articoli propongono la rotazione di un generatore di suoni e uno smartphone usato come frequenzimetro:



Prof. Giovanni Pezzi al *Festival 2015 Science on Stage: con un giradischi*

- O di far oscillare uno Smartphone mentre rivela un suono di 3000Hz

(The acoustic Doppler effect applied to the study of linear motions ,Josè A Gomez-Tejedor, Juan C Castro-Palacio and Juan A Monsoriu , *Eur. J. Phys.* 35 (2014) 025006 )



# Effetto Doppler moto rettilineo

Per iniziare: lanciamo

lo smartphone

$F=15000\text{Hz}$

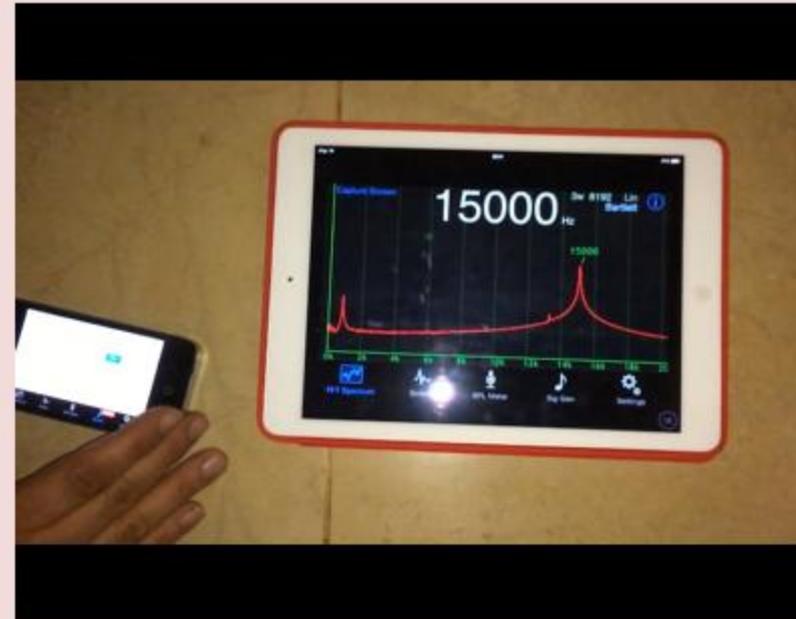
Sul pavimento

Smartphone

si

allontana

Smartphone si avvicina



# Ed ora... camminiamo!

App utilizzate: Oscilloscope, Audio Kit

Dispositivi: due smartphone o tablet



Ricaviamo la velocità della camminata

Usiamo il sensore di moto col pc per una verifica

# iStage2: doppler con macchina

[http://www.science-on-stage.de/download\\_unterrichtsmaterial/iStage\\_2\\_Smartphones\\_in\\_Science\\_Teaching.pdf](http://www.science-on-stage.de/download_unterrichtsmaterial/iStage_2_Smartphones_in_Science_Teaching.pdf)



## With iOS (FIG. 2)

- ▶ Stand in front of the speaker.
- ▶ Start iAnalyzer lite on iOS.
- ▶ Start to record.
- ▶ Start to read the audio file.
- ▶ When the audio file is finished, stop the recording.
- ▶ The recording of the sound is displayed in the lower part of the screen.
- ▶ With your finger, scroll along the audio file (1 in the screenshot).
- ▶ The spectrum is displayed in the top part of the screen.
- ▶ Touch the screen and scroll to measure the frequency of the sound (2 in the screenshot).
- ▶ Choose one frequency peak.
- ▶ Measure the frequency (3 in the screenshot) of this peak at the beginning (frequency 1) and at the end (frequency 2) of the recording.

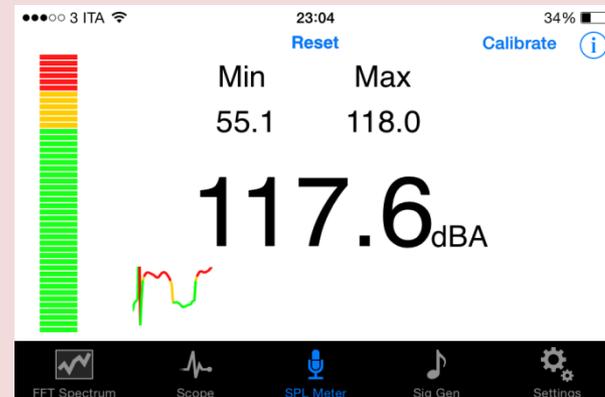
To obtain this speed of the vehicle, use the following formula:

$$V_{\text{vehicle}} = V_{\text{sound}} \cdot \frac{f_{(1)} - f_{(2)}}{f_{(1)} + f_{(2)}}$$

# Suono, Rumore, Decibel e Inquinamento Acustico



Ragazzi: Urrlate!



Soffiate!



Non fate rumore!

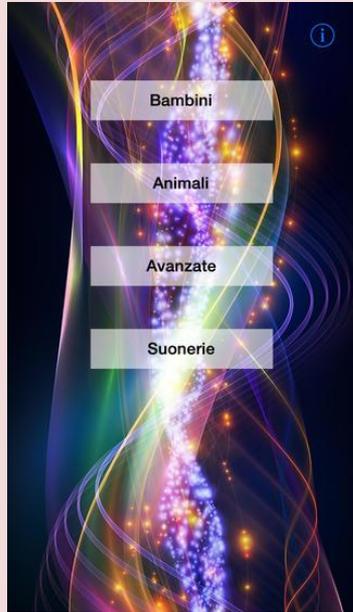


Ma come...non è zero?

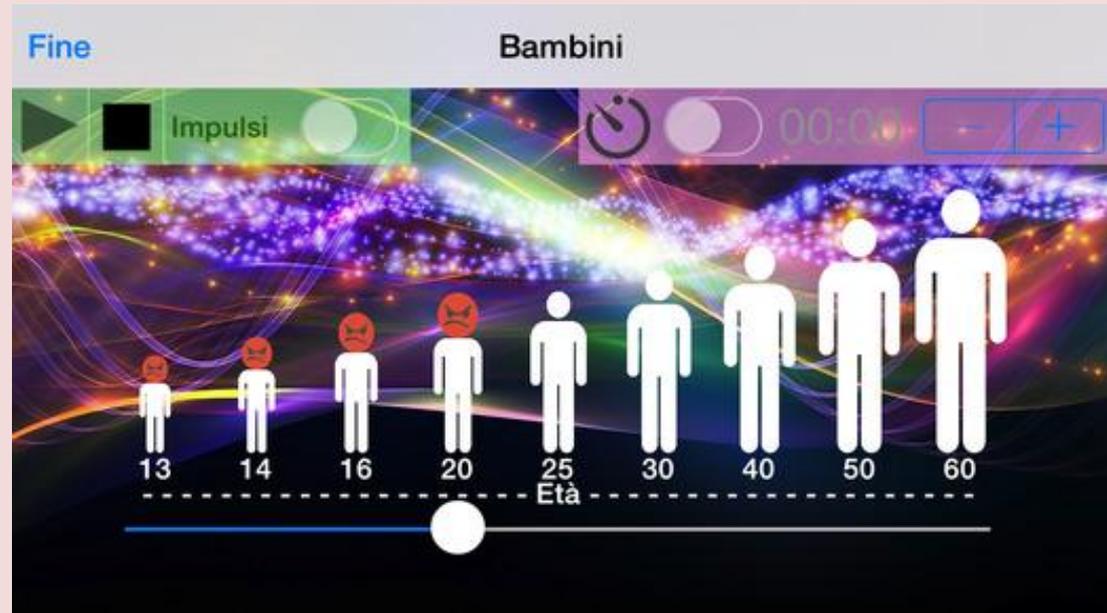
App: Audio Kit

Ma prof...  
Non è una scala lineare...

# Frequenze, Soglie di udibilità, Altezza



**Frequencies Pro  
di Stewart  
Companies Corp.  
Gratis**



L'incidenza di perdita dell'udito aumenta con l'età. E' una parte del naturale processo di invecchiamento, con oltre la metà della popolazione di età compresa tra 60 e 70 con una perdita uditiva significativa. Questo aumenta di oltre il 70 per cento per individui di età superiore ai 70, e 80 per cento delle persone di età superiore a 80.

# Le App

Ci sono molte app per visualizzare o analizzare segnali audio, ma non tutte valide per i nostri scopi. In generale sono app costose poiché hanno un buon mercato tra gli amanti della musica. Io sono affezionata a queste:

 Ambiente iOS	 Ambiente Android
per generare il segnale: <i>Audio Kit</i> by <i>Sinusoid Pty Ltd</i> costo 6,99 €	per generare il segnale: <i>Signal Generator</i> by Radon Soft, <i>AudiA</i>
per visualizzare e registrare i segnali audio: <i>Soundbeam</i> by Evil Window Dog P.C. costo 0,99 € <i>iAnalyzer Lite</i> by Phyar Studio gratis	per visualizzare e registrare i segnali audio: <i>Oscilloscope</i> by XYZApps <i>Spectral Audio Analyzer</i> by RandonSoft <i>Audia</i>
per visualizzare e analizzare quantitativamente i segnali audio: <i>Oscilloscope</i> by ONYX Apps costo 14,99 €	<i>AudiA</i>

# AudiA: una app interessante, una tool box acustica



Universidad de Valladolid



• Manuel Á. González  
[manuelgd@termo.uva.es](mailto:manuelgd@termo.uva.es)

• Miguel Á. González-Rebollo  
[mrebollo@eii.uva.es](mailto:mrebollo@eii.uva.es)



Per scaricare l'app:

<https://app.box.com/s/4v3dhlzsify293dyl26o>

# Infine: ultima cosa, ma non per questo meno importante..

+ IVA 22%



**Tubo di Kundt con uscita analogica**  
165885  
€ 592,50



**Coppia di diapason**  
167499  
€ 21,60



**Oscilloscopio palmare LCD 2 Mhz**  
292874  
€ 123,14



**Altoparlante 10 W / 8 Ohm**  
167499  
€ 145,50

**Fonometro V-SLM-BTA C 226,00**



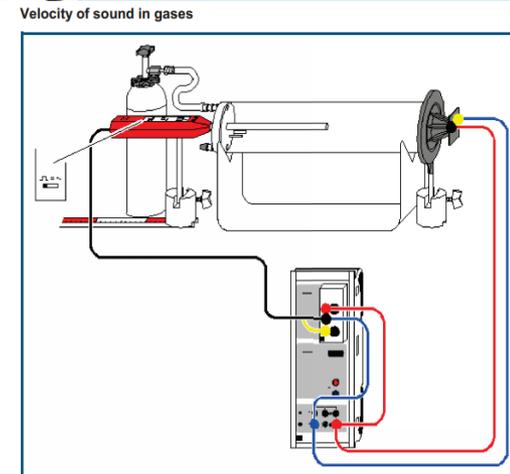
Questo strumento permette di registrare i livelli del suono in decibel. L'ampio display, retro illuminato con indicazione numerica, consente di utilizzare il dispositivo in modalità autonoma.  
Portata: a 30 dB a 130 dB  
Sensibilità: 1,5 dB a 94 dB



**Generatore di oscillazioni sinusoidali a frequenza acustica**  
215569  
€ 239,75



**Generatore 2 M**  
165891  
€ 552,00



**Almeno 3000 euro**

# Workshop

## VOGLIO IMPARARE ANCH'IO!

Attività in laboratorio con smartphone e tablet

# Acustica e Ottica

- **A che velocità viaggia il suono?** Usiamo l'eco
- **Che succede se non accordi gli strumenti?**  
Studio del fenomeno dei battimenti
- **Vedere l'invisibile** Smartphone e IR
- **M'illumina, quanto?** Misure di intensità della luce in funzione della distanza dalla sorgente

# Finito!

Grazie della cortese attenzione!!

[saraoparolin@gmail.com](mailto:saraoparolin@gmail.com)