

EXPERIMENTOS CON EL ACELERÓMETRO DEL TELÉFONO MÓVIL: PROPUESTAS PARA PARA E. S. O. Y BACHILLERATO

Manuel Iván González (migliez@ubu.es)
DEPARTAMENTO DE FÍSICA – UNIVERSIDAD DE BURGOS

II JORNADA SOBRE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA PARA PROFESORES DE SECUNDARIA
Madrid, 30 de noviembre de 2017

Objetivos / Índice

- ◉ 1ª PARTE – *SMARTPHONES*
 - Reparar en que un *smartphone* es un dispositivo dotado de sensores que miden magnitudes físicas
 - Examinar el principio de funcionamiento de un sensor específico: el acelerómetro
 - Describir aplicaciones que permiten acceder a las lecturas del acelerómetro
- ◉ 2ª PARTE – EXPERIMENTOS CON EL ACELERÓMETRO
 - Proponer (y realizar) experimentos sencillos para llevar a cabo en el aula o en casa

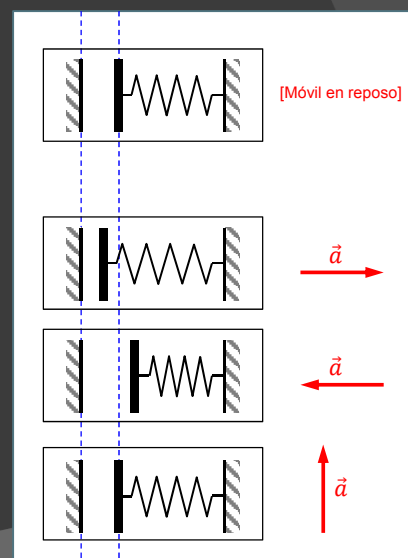
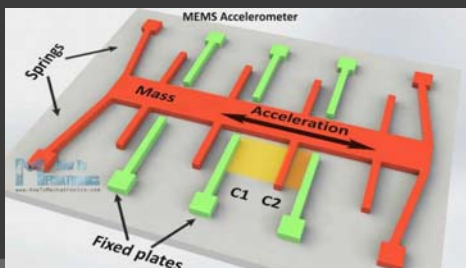
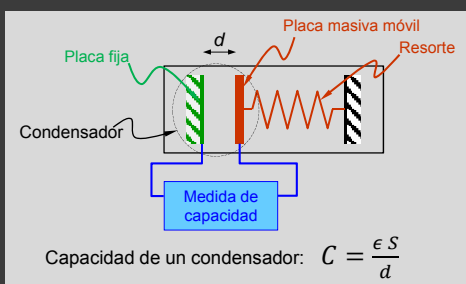
1 - Los sensores del smartphone

- La capacidad de interacción entre el teléfono y el usuario se debe a que aquél dispone de una serie de sensores
- Todos ellos miden magnitudes físicas o aproximaciones a las mismas
- En general no están diseñados para llevar a cabo medidas de alta precisión; aun así pueden resultar útiles en el aula

Sensor	Magnitud
Acelerómetro	Fuerza
GPS	Posición (Long./Lat.)
Magnetómetro	Campo magnético
Giroscopio	Velocidad angular
Micrófono	Intensidad del sonido
Cámara	Iluminancia
Barómetro	Presión
Termómetro	Temperatura
Higrómetro	Humedad relativa
	[Otros...]

3/15

2 - El acelerómetro (I). Acelerómetro capacitivo



4/15

2 - El acelerómetro (II). Proceso de lectura

Secuencia de operaciones llevadas a cabo por el teléfono:

- Mide la capacidad C
- Determina la separación d entre placas
- Calcula la elongación del resorte con respecto a su longitud natural
 $\Delta d = d - d_0$
- Halla la fuerza recuperadora elástica que ejerce el resorte sobre la placa:
 $F_e = -k \Delta d$
- Finalmente divide esa fuerza por la masa de la placa móvil a fin de presentar una lectura en unidades de aceleración o bien en "ges"

$$\text{lectura} = \frac{F_e}{m_{pl}}$$

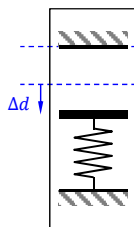
Normalmente el teléfono está provisto de tres acelerómetros, uno por eje. He aquí el convenio "universal" de ejes:



5/15

2 - El acelerómetro (III). Lecturas de un acelerómetro vertical

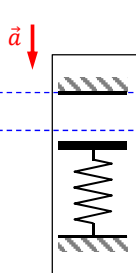
1- Móvil en reposo



$$F_e = +m_{pl}g$$

$$\text{lectura} = g$$

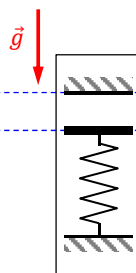
2- Caída parcial



$$F_e = m_{pl}g - m_{pl}a$$

$$\text{lectura} = g - a$$

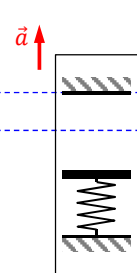
3- Caída libre



$$F_e = m_{pl}g - m_{pl}g$$

$$\text{lectura} = 0$$

4- Ascenso



$$F_e = m_{pl}g + m_{pl}a$$

$$\text{lectura} = g + a$$

6/15

3 - Aplicaciones

- Muchas aplicaciones (“apps”) permiten acceder a las lecturas del acelerómetro (y del resto de sensores) :
 - Presentarlas en pantalla
 - Representarlas gráficamente en función del tiempo
 - Exportarlas a un ordenador
- En general todas tienen un funcionamiento muy similar
- Un ejemplo para cada sistema operativo común:
 - Para iPhone: *Acceleration*
 - Para Android: *Physics Toolbox Sensor Suite*
 - Es gratuita y sin publicidad
 - Permite acceder a la totalidad de sensores del teléfono
 - Es desarrollada y mantenida por una profesora de Secundaria/Bachillerato

7/15

4 – Manejo de *Physics Toolbox* (I)

1 – Aspecto general al inicio



2 – Seleccionamos la lista de sensores disponibles...



3 – ...y activamos el acelerómetro



8/15

4 – Manejo de *Physics Toolbox* (II)

4 – La pantalla adquiere el mismo aspecto que al inicio



5 – Cuando estemos listos iniciamos la captura de datos



6 – Casi nada cambia, pero el teléfono está almacenando lecturas



9/15

4 – Manejo de *Physics Toolbox* (III)

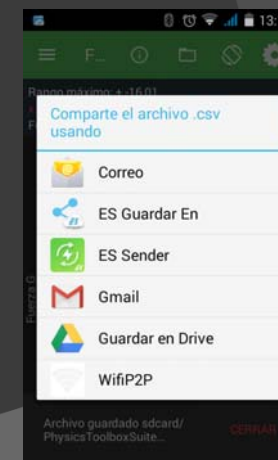
7 – Al finalizar el movimiento de interés damos fin a la captura...



8 – ...y el teléfono pide un nombre para el archivo de datos. Cumplimentamos y OK. El archivo queda almacenado



9 – De inmediato aparece esta pantalla: nos lo podemos enviar por correo



10/15

4 – Manejo de *Physics Toolbox* (IV)

10 – Si renunciamos al autoenvío podemos acceder al archivo mediante cable USB



11 – Los archivos csv se pueden abrir directamente con la hoja de cálculo

– defenestración.csv

```
time;x;y;z
0,005;-0,04;-0,02;0,07
0,025;-0,05;0,00;0,06
0,035;-0,03;0,01;0,09
0,045;-0,06;0,01;0,09
0,055;-0,04;0,00;0,05
0,065;-0,02;-0,03;0,05
0,085;-0,02;0,03;0,06
0,095;-0,04;0,00;0,03
0,105;-0,04;-0,01;0,06
0,115;-0,03;-0,02;0,04
0,125;-0,04;0,05;0,06
0,135;-0,03;-0,03;0,06
```

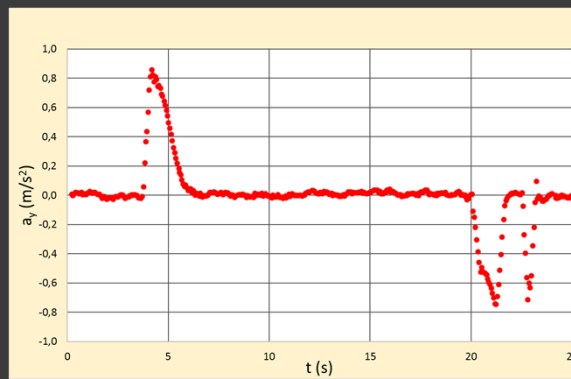
11/15

EXPERIMENTO 1 – El ascensor

Se fija el teléfono a la pared o al suelo de un ascensor y se registra la aceleración desde antes del arranque hasta después de detenerse.

CUESTIONES:

- Identificar las etapas del movimiento
- Interpretar el signo de las aceleraciones
- ¿Cómo podemos calcular la velocidad de régimen del ascensor?



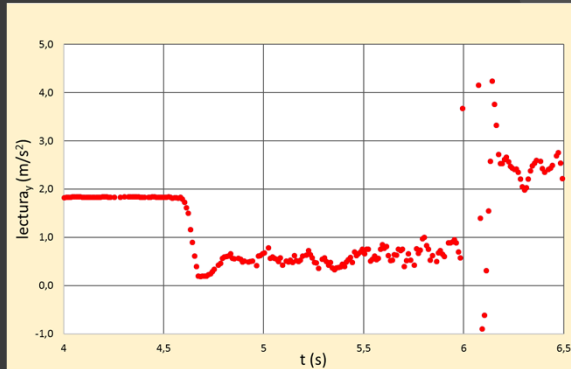
12/15

EXPERIMENTO 2 – Plano inclinado

Se fija el teléfono a un carrito con ruedas y se deja caer por un plano inclinado

CUESTIONES:

- Identificar las etapas del movimiento
- ¿Cuál es la inclinación del plano?
- Determinar la aceleración durante la caída. ¿Se puede considerar constante?
- Comparar con el valor "teórico" $g \sin(\alpha)$



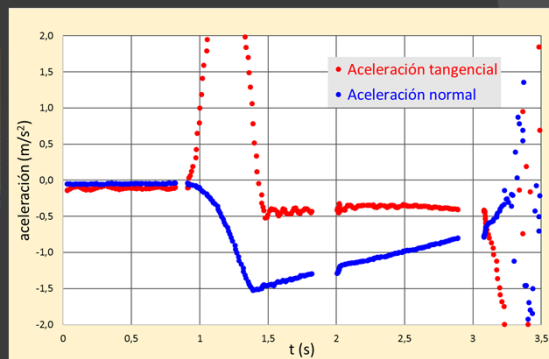
13/15

EXPERIMENTO 3 – Movimiento circular

Se adhiere el teléfono a una puerta, se le comunica brevemente una velocidad angular elevada y se deja que gire libremente (no duden en dar un portazo)

CUESTIONES:

- ¿Qué acelerómetro registra la aceleración tangencial y cuál registra la normal?
- Identificar las etapas del movimiento
- ¿Cómo calcular la aceleración angular durante el giro libre?
- ¿Cómo calcular la velocidad angular con que la puerta comienza su giro libre?



14/15

EXPERIMENTO 4 – Aceleración de un avión

Se mide la aceleración durante el despegue o durante el aterrizaje de un avión

CUESTIONES:

- Identificar las fases del movimiento
- Determinar la inclinación del teléfono durante el despegue
- Determinar la aceleración neta durante el despegue

