

**A.I.F.**

**Pavia**

**21 settembre 2016**

# **Smartphone e tablet per l'insegnamento scientifico**

**Giovanni Pezzi**

**Coordinatore del gruppo Smart AIF**

**Palestra della Scienza, Faenza**



<http://www.aif.it/>

# Gruppo SMART AIF

*Gruppo di Lavoro*

*“SMART, smartphone, tablet e nuove tecnologie nell’insegnamento della fisica”*

**Giovanni Pezzi, Coordinatore**

**Alessandro Foschi, Liceo “F.P.di Calboli”, Forlì**

**Sara Orsola Parolin, Liceo “Torricelli-Ballardini, Faenza**

**Lorenza Resta, Liceo “Torricelli-Ballardini, Faenza**

**Isabella Soletta, Liceo “Fermi”, Alghero**

## Alcune attività svolte dal gruppo:

- Scuola estiva A.I.F., luglio 2014, Faenza
- Interventi nelle scuole (Parma, Agropoli, Bologna, Mantova, Roma, ... ) e nei Convegni AIF (Perugia 2014, Trento 2015)
- Collaborazione al Workshop europeo iStage2 di *Science on Stage Europe*
- Convegno a Città della Scienza, Napoli, settembre 2015
- Workshop a Gloucester ed Exeter, giugno 2016, in collaborazione IoP, SoS
- Progetto «Science Smart Kit» (bando MIUR)



<http://www.science-on-stage.de>



Alcuni dati di fatto

Perché gli Smartphone...?

*«Gli studenti dimenticano a volte i loro libri...  
Mai il loro Smartphone»*

*Wulfran Fortin (Professore di fisica)*



# Smartphone

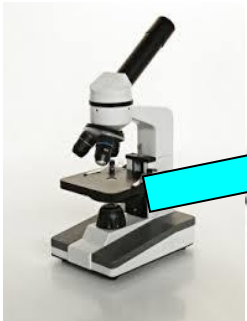
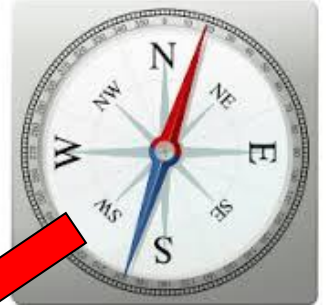
- E' un oggetto familiare ai ragazzi
- Non ne conoscono le potenzialità (un laboratorio in tasca)
- Utile per stuzzicare la “curiosità” scientifica con esperimenti che potrebbero essere anche fatti a casa





Servono *anche* a telefonare





# Cosa c'è in uno smartphone?

- accelerometri (3)
- giroscopi (3)
- sensori di campo magnetico (3)
- sensore di luce ambientale
- sensore di prossimità
- barometro
- igrometro
- termometro
- eye tracking
- lettore impronte digitali
- Foto/video camera (2)
- GPS
- Wi fi
- Bluetooth
- NFC
- ....



# Sensori per esperimenti di fisica in...

- **Meccanica** (accelerometri, giroscopi, barometro)
- **Ottica** (sensore di luce, fotocamere)
- **Acustica** (microfono, altoparlante)
- **Magnetismo** (sensore di campo magnetico)
- **Termologia** (termometro)
- .....



Sensori + applicazioni =

*personal instrument*

Decine di modelli diversi di smartphone e tablet, ma due principali

## Sistemi Operativi



**iOS** → Iphone, iPad



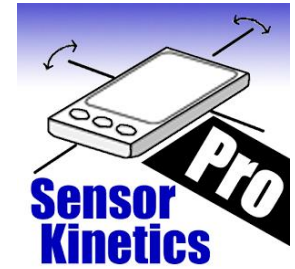
**Android** → Samsung, LG, ....

molte versioni



**Windows** → Lumia, Nokia

# Alcune APP PER MISURE DI MECCANICA



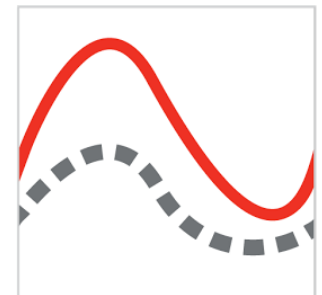
## Ambiente ANDROID:

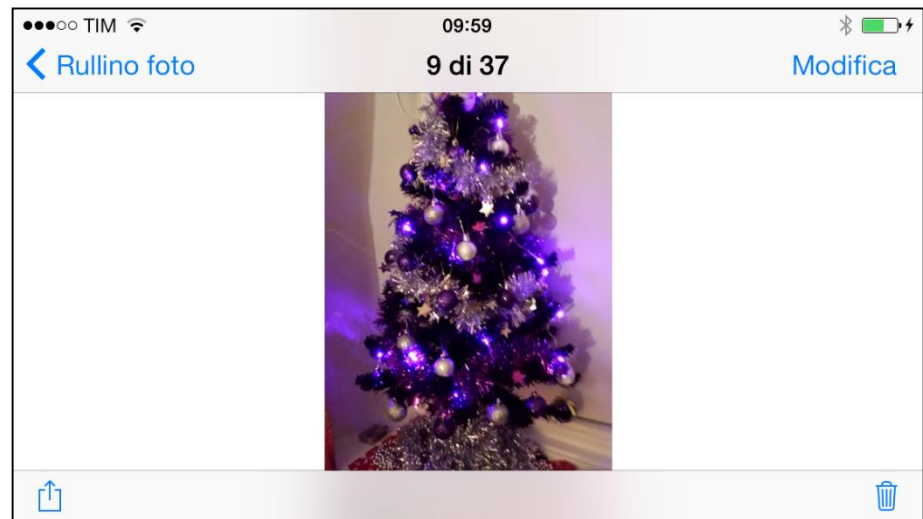
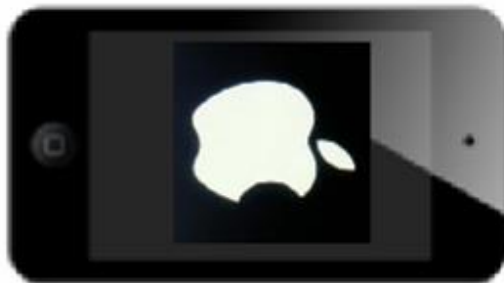
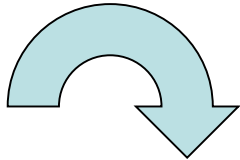
- Physics ToolBox Sensor Suite
- **Sensor kinetics (Pro)**
- **Spark Vue**
- **Graphical Analysis**



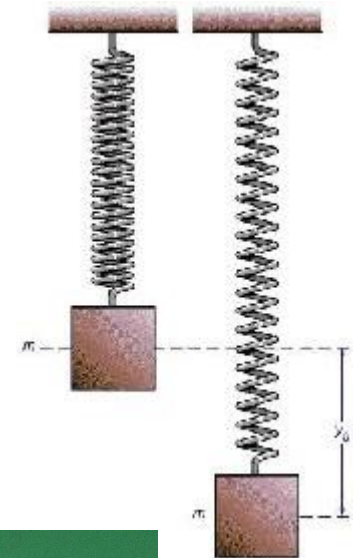
## Ambiente iOS:

- **Sensor Kinetics (Pro)**
- **Spark Vue**
- **Graphical Analysis**





## Come fa lo smartphone a distinguere alto e basso?





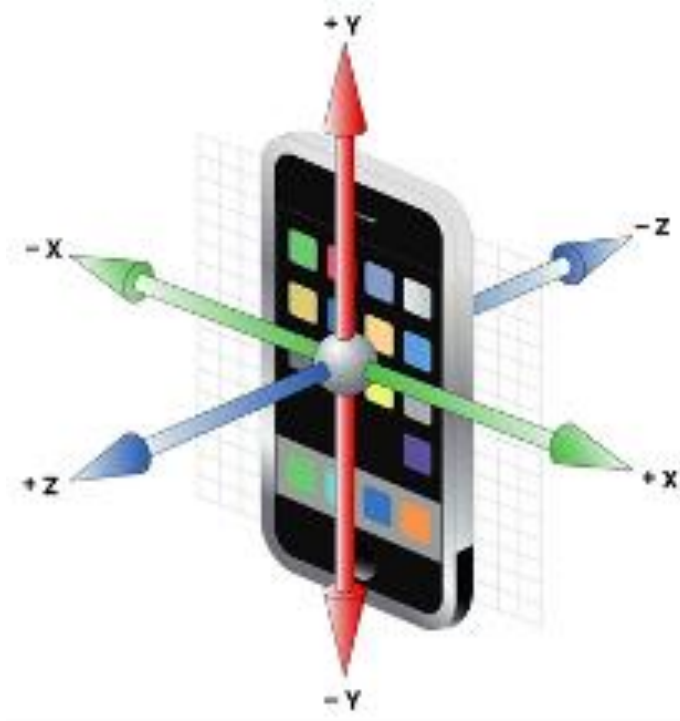
How a smartphone knows up from down?



filmato

# Gli accelerometri

Sono tre: uno per ogni asse



Un “valore aggiunto”: vedere il mondo “da bordo”

# Esplora il tuo smartphone

Android

Sensor Kinetics... | S ?

Multi-Sensor Recorder **new**

Three Dimensional Sensors

**Accelerometer**

Type: MPU6515 Accelerometer  
Mfr: InvenSense Ver: 1  
Power Consumption: 0.400mA  
Resolution: 0.001 Range: 19.613  
Min Delay: 5000  $\mu$ s

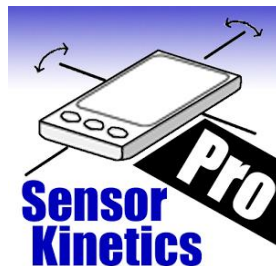
Rate: 201Hz Units:  $m/s^2$   
Rate: FASTEST X=-0.1937  
Y=0.0194  
Z=9.7073

**Gyroscope**

Type: MPU6515 Gyroscope  
Mfr: InvenSense Ver: 1  
Power Consumption: 3.200mA  
Resolution: 0.001 Range: 34.907  
Min Delay: 5000  $\mu$ s

Rate: 15Hz Units: rad/s  
Rate: UI X=0.0000  
Y=-0.0001  
Z=0.0004

**Magnetometer**



IOS

Sensor Kinetics Pro Help

Main Sensors

**Accelerometer Sensor**

X= +0.13  $m/s^2$   
Y= -10.09  $m/s^2$   
Z= -0.34  $m/s^2$

Set Rate: 59Hz Measured Rate: 43Hz

**Gyroscope Sensor**

X= -0.01 rad/s  
Y= -0.39 rad/s  
Z= -0.18 rad/s

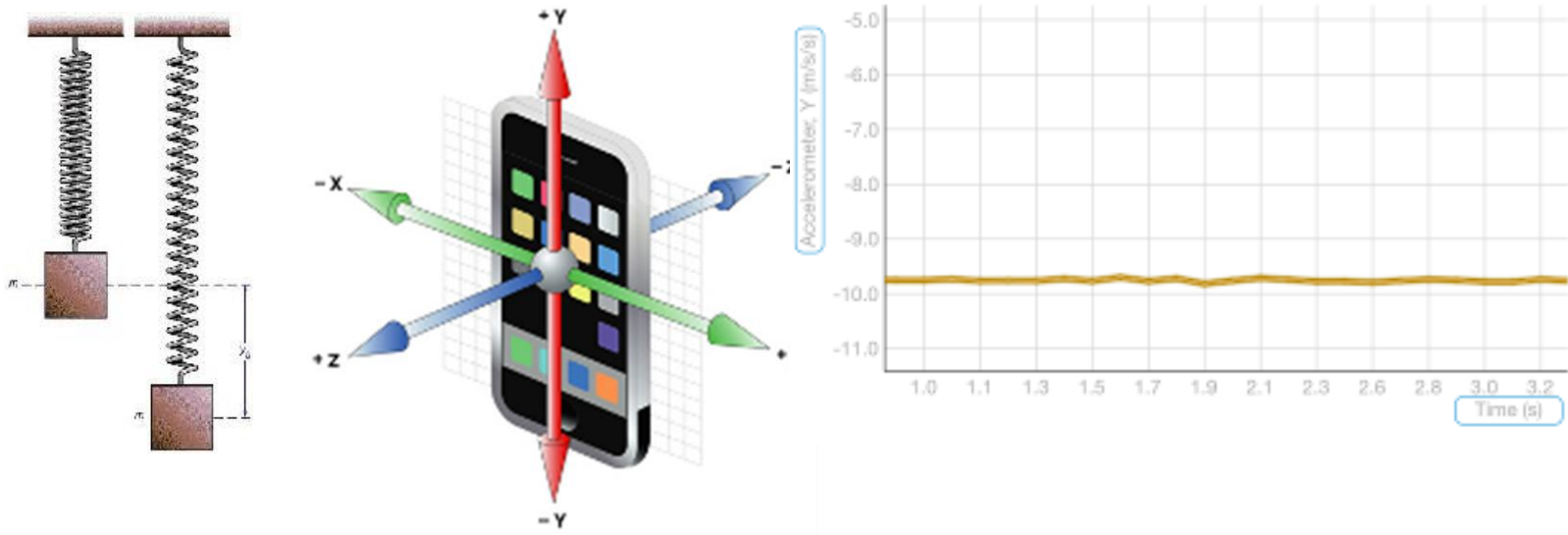
Set Rate: 30Hz Measured Rate: 29Hz

**Magnetometer Sensor**

X= +52.6  $\mu$ T  
Y= +7.6  $\mu$ T  
Z= +23.1  $\mu$ T

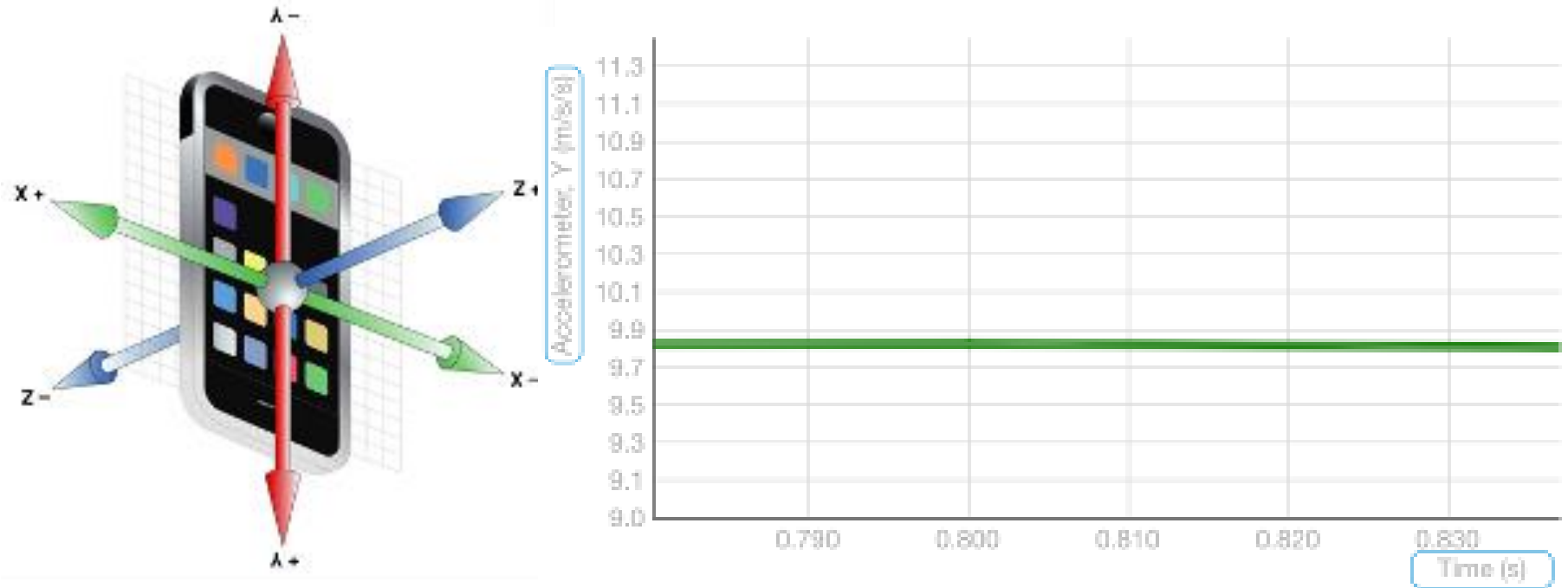
# Misure con smartphone fermo

Gli accelerometri dello smartphone funzionano come dinamometri, sono simili a una molla con pesetto. Da fermo, con l'orientamento come in figura, lo strumento avverte una forza in direzione  $-Y$  e misura un valore di accelerazione di circa  $-9,8 \text{ m/s}^2$ .



**ATTENZIONE: ALCUNE APP AZZERANO I SENSORI AUTOMATICAMENTE**

# Cosa succede se capovolgo lo smartphone?



Ruotando lo smartphone di  $180^\circ$  e ripetendo la misura, sempre da fermo, il valore dell'accelerazione ( $F/m$ ) è attorno a  $+9,8 \text{ m/s}^2$

Smartphone e tablet  
per esperimenti di meccanica

CADUTA LIBERA

di uno smartphone

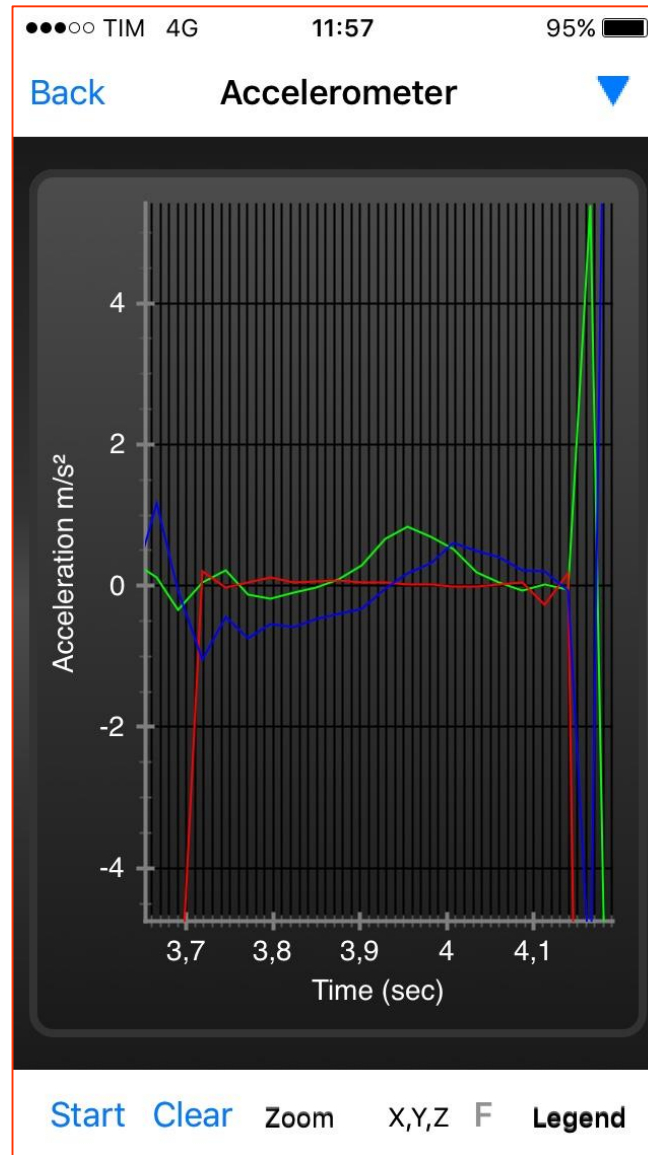
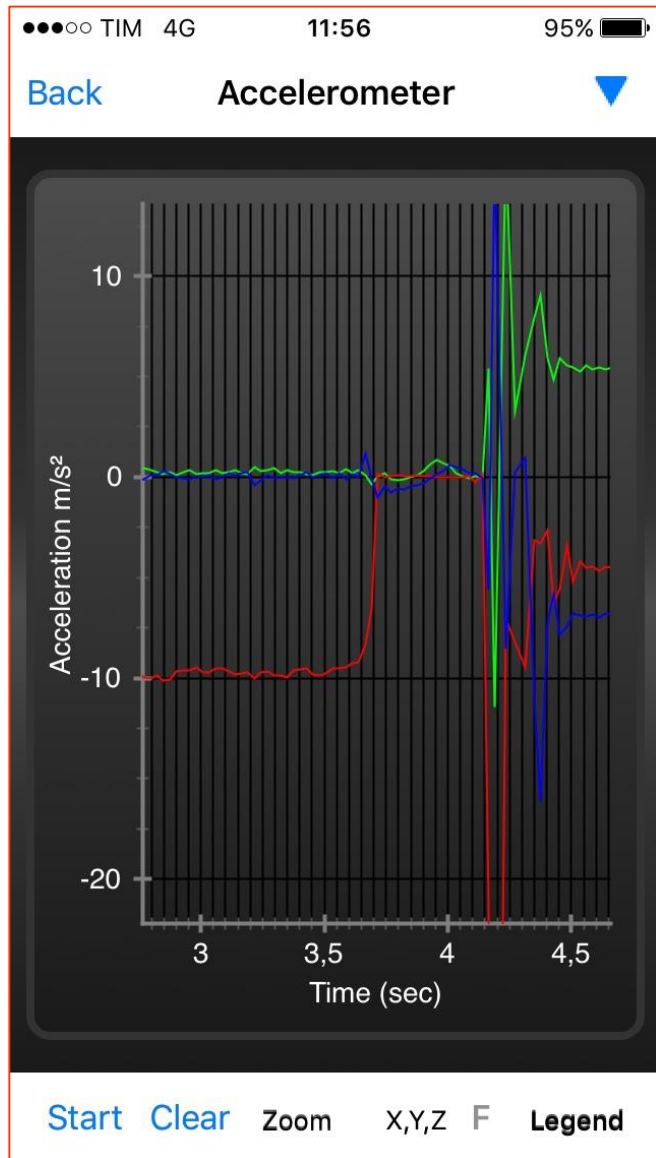
# Esperimenti di meccanica

## Caduta libera di uno smartphone





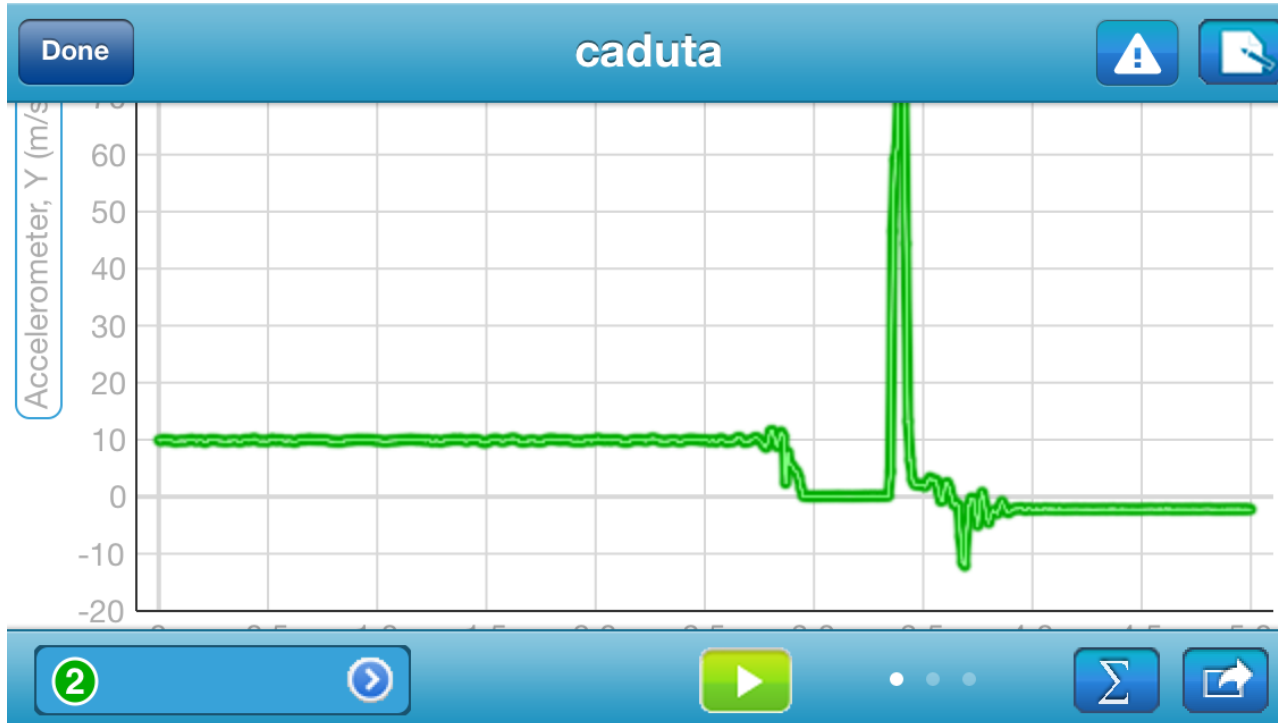
# Caduta libera (con Sensor Kinetics)







# Caduta libera



**Da che altezza è caduto lo smartphone?**

# La caduta dei corpi

Senza smartphone  
con videocamera on board



Da terra:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

A bordo:  $a = 0 \text{ m/s}^2$



**bottiglia  
d'acqua  
in caduta**

filmato

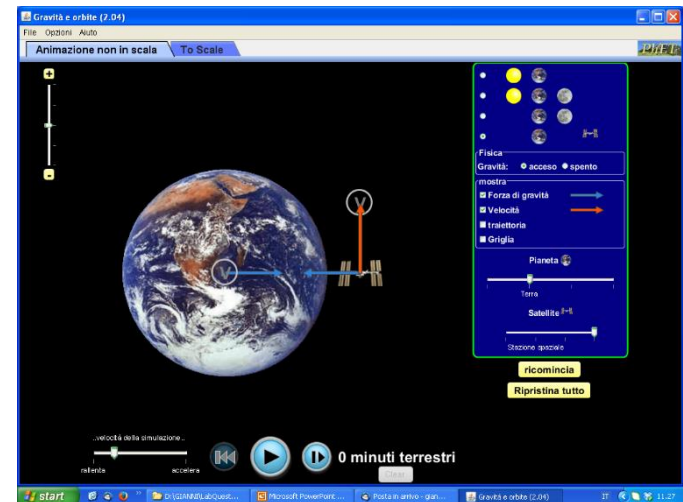


filmato



filmato

# La caduta libera

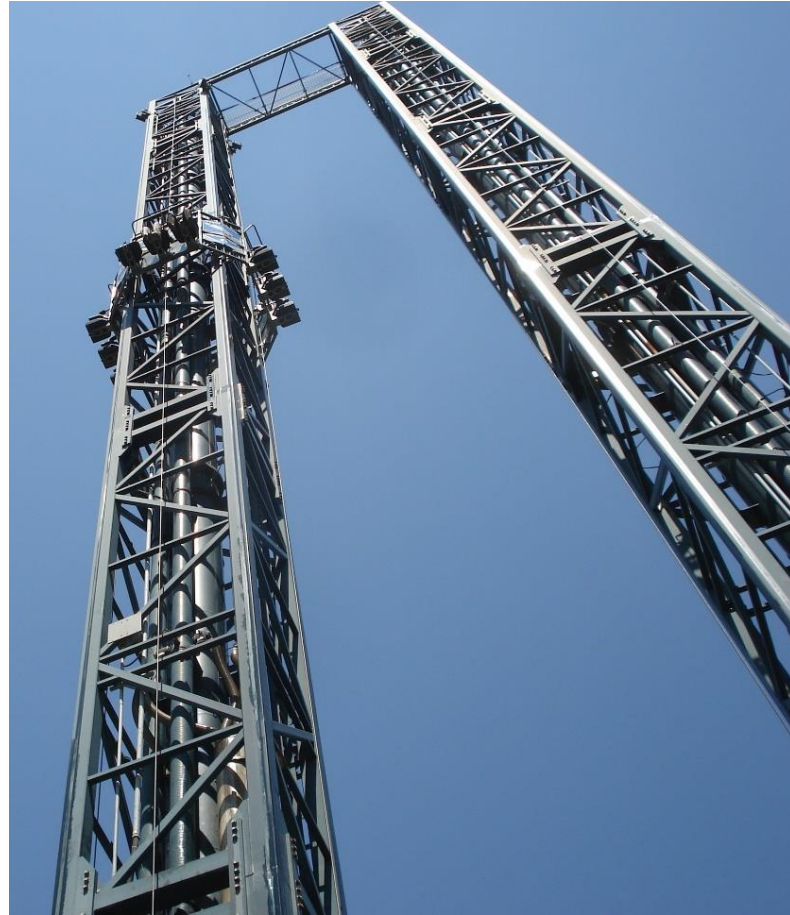


## Una questione di punti di vista

Da terra:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

A bordo:  $a = 0 \text{ m/s}^2$

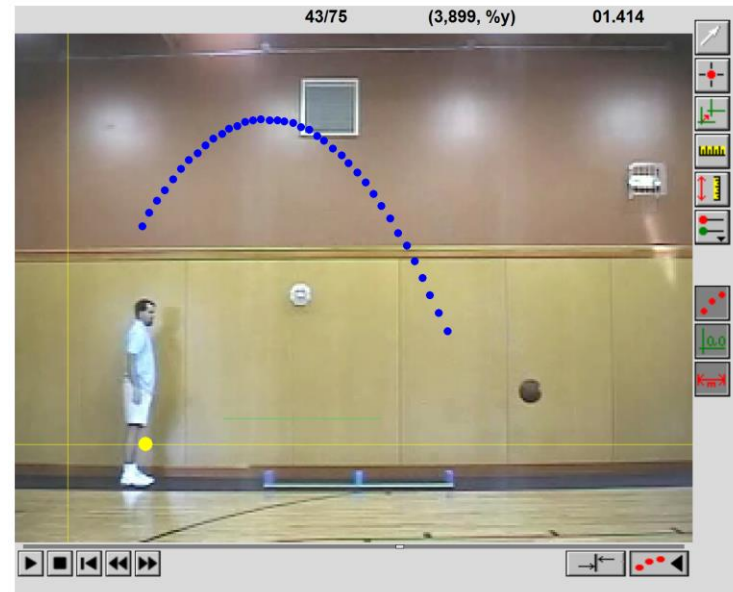
# La caduta libera (???)



filmato

# LANCI

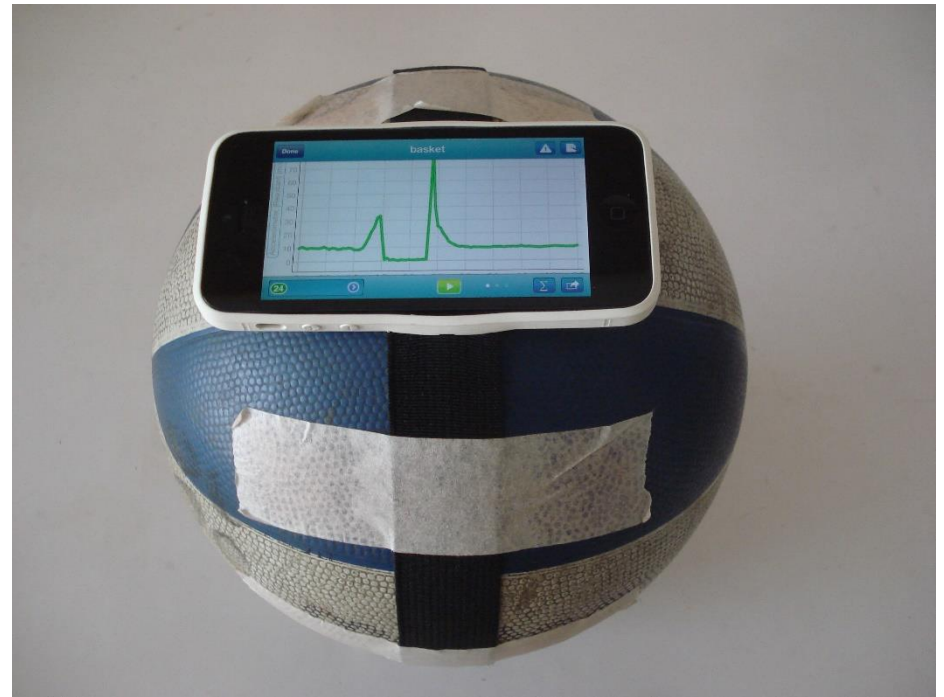
## COME SI MUOVE IL PALLONE?





# LANCI

COME SI MUOVE IL PALLONE?

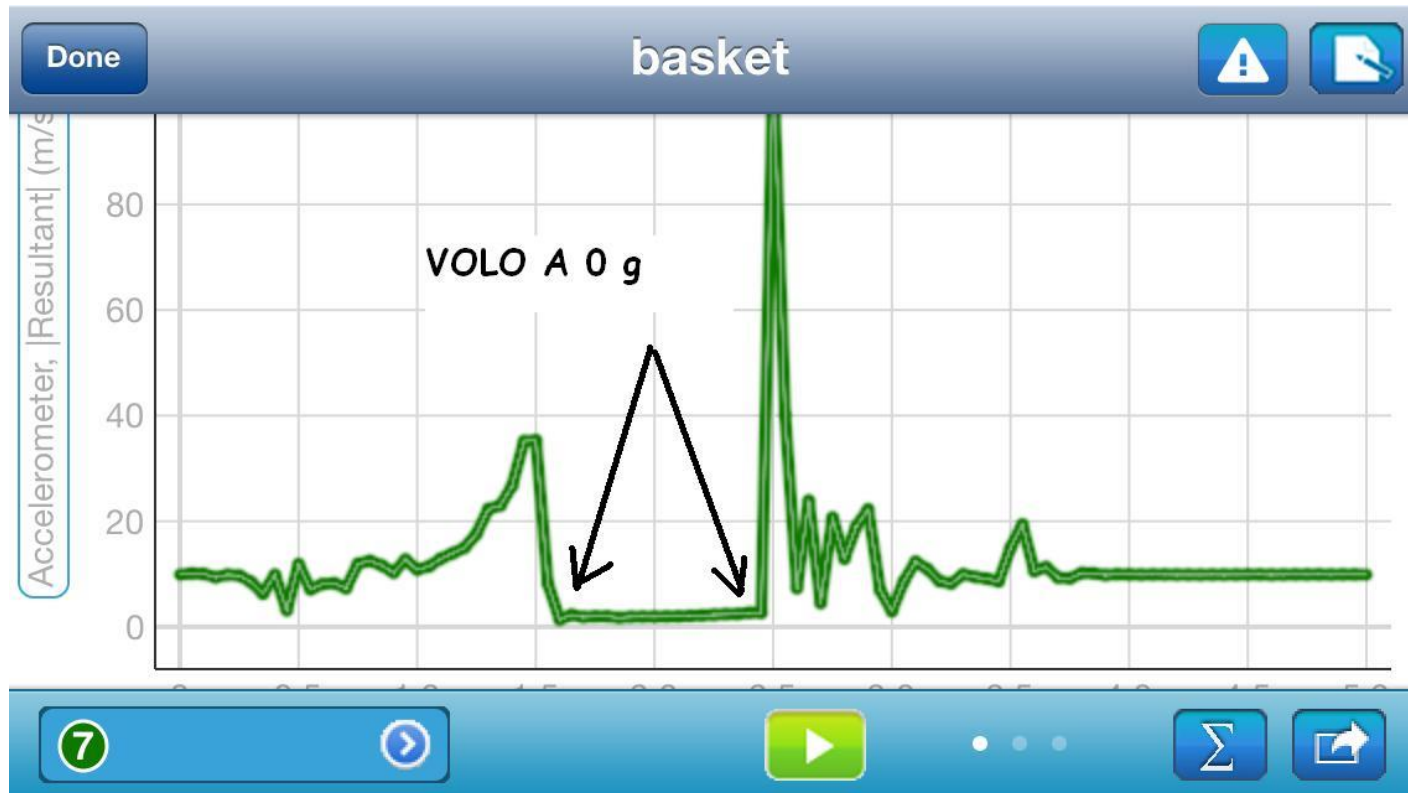


**Osservatore a bordo**



# LANCI

COME SI MUOVE IL PALLONE?

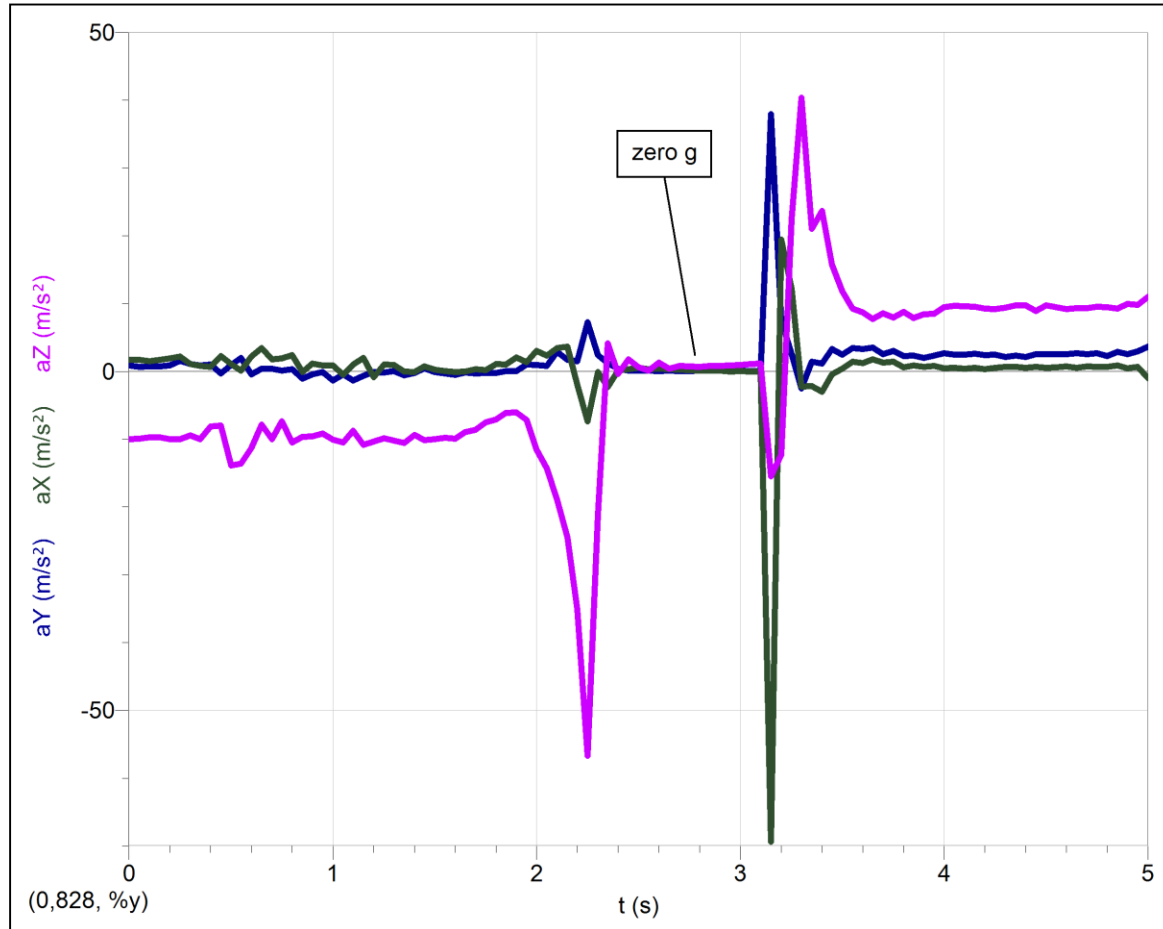


Osservatore a bordo



# LANCI

## COME SI MUOVE IL PALLONE?



Osservatore a bordo

# LANCI

## COME SI MUOVE L'ACQUA?

**Sulla Terra**



**Nella ISS**





filmato



OCT 10 2005

4:08:09 PM

filmato

# Smartphone e tablet per esperimenti di meccanica



## Moto circolare



# Studying circular motion and accelerations in an Amusement Park (Mirabilandia, Italy)



<http://www.science-on-stage.de>

A Smart Accelerometer 57

FIG. 6 Setup of the experiment

3 | 2 On a large scale (rotation ride in an amusement park or fun fair.)  
 3 | 2 | 1 Setup and measurements

Find a rotating ride and look for a radial "corridor" on the platform, then fix and mark different points [P1, P2, P3, P4, etc.] with coloured tape along this radius. Measure the distance of each point from the ride's centre using a metric tape. If there are obstacles to direct measurement from the centre, measure the distance of each point from the external edge of the platform and calculate the difference from the platform radius.

FIG. 7 Attach the smartphone accurately

Measure the period of the ride with the stopwatch of your smartphone, repeat the measurement and calculate the average value.

Run the app for the acceleration measurement and place the smartphone on one of the marked points, taking care to align the smartphone along the radial direction.

At the same time, other students could put their smartphones in other positions along the radius so that they can obtain more data simultaneously and record the data. They should align the y-direction of their smartphones with the radius of the ride.

FIG. 8 Coordinate system of a smartphone

by the sensor. We can estimate the angular speed  $\omega$  from the frequency of the disk rotation or from video measurements, e.g. with the Tracker software. See also the "Spot the Physics" teaching unit in this brochure.

**An example:**  
 The acceleration components for the first setup are equal to  $a_x = 0.128 \text{ m/s}^2$  and  $a_y = -2.435 \text{ m/s}^2$  and the circular motion period is  $T = 1.31 \text{ s}$ .  
 $a_x = 0.128 \text{ m/s}^2$   
 $a_y = -2.435 \text{ m/s}^2$   
 $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 2.438 \text{ m/s}^2$

We calculate "a" from the formula above and finally  $R = 0.106 \text{ m}$ .

We calculate the second radius for another position of the smartphone in the same way. FIG. 6 portrays the position of

the sensor as the intersection of the two circles whose radii were traced as above.

After the ride has stopped, the students should take a look at the graphs of the accelerations along the three axes x, y, z and observe the differences in detail.

?
👁
💡
👤
★



<https://sites.google.com/site/comovinglittlelab/home>



**Lorenzo Galante, Anna Maria Lombardi**

<https://www.youtube.com/watch?v=Q8G6KlvcPkU&feature=youtu.be>

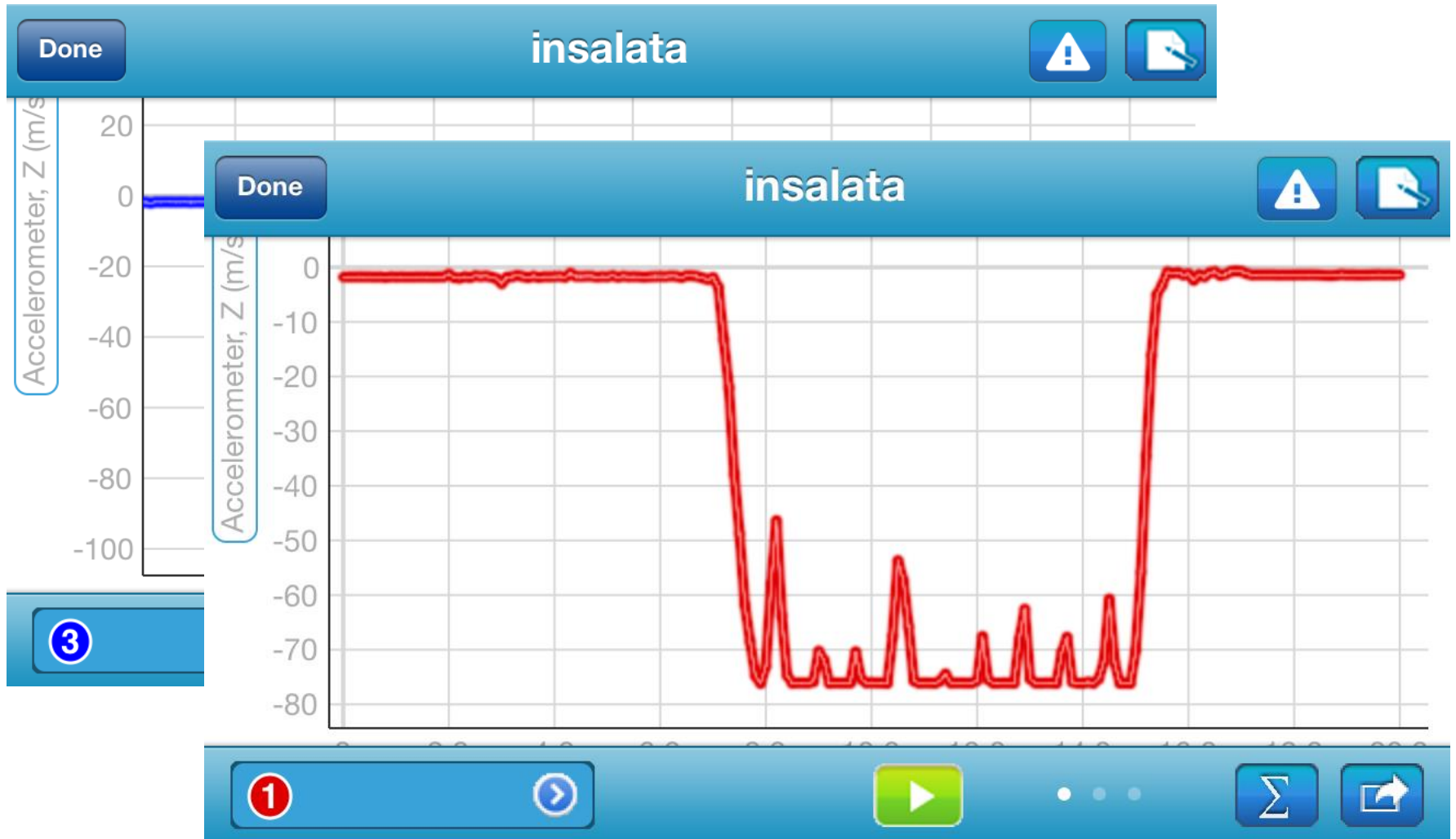


<https://www.youtube.com/watch?v=RqqOb3B8jVM>

# una “smart” insalata



# “smart” insalata



# Accelerazione su un giradischi

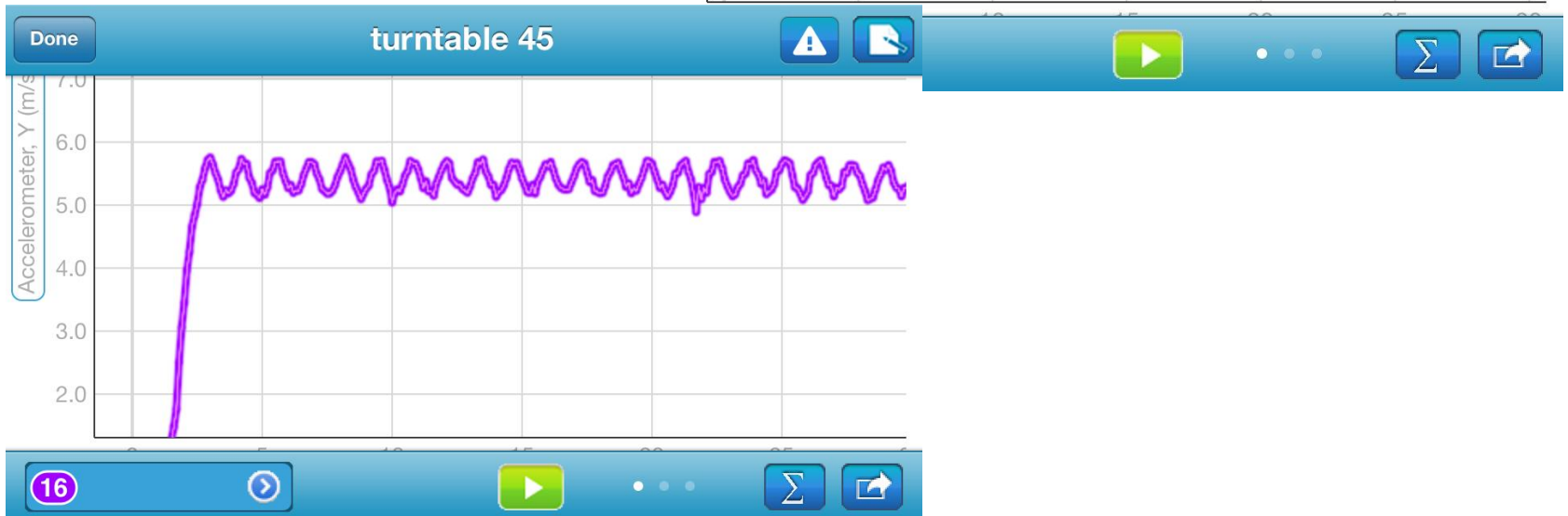
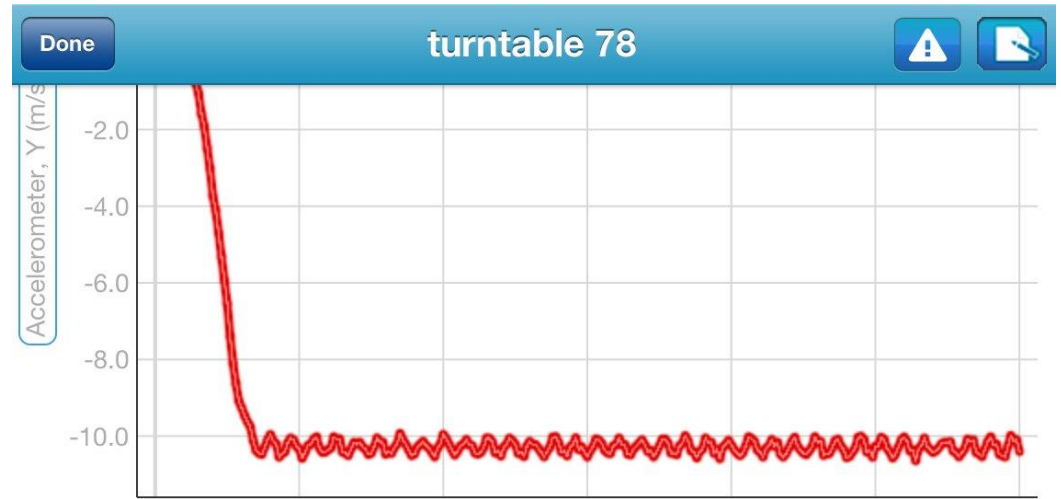


Giovanni Pezzi, “Una caccia al tesoro scientifica:dove sta l’ accelerometro in uno smartphone?”, *La fisica nella scuola*, XLVI, n. 2, aprile giugno 2013

"SMART"  
ACCELERATIONS  
ON A  
RECORD PLAYER

filmato

# accelerazione radiale on board



# Risultati diversi con differenti smartphone. Perché?



Di fatto non conosciamo la  
posizione dell' accelerometro  
all' interno dello smartphone

$$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$



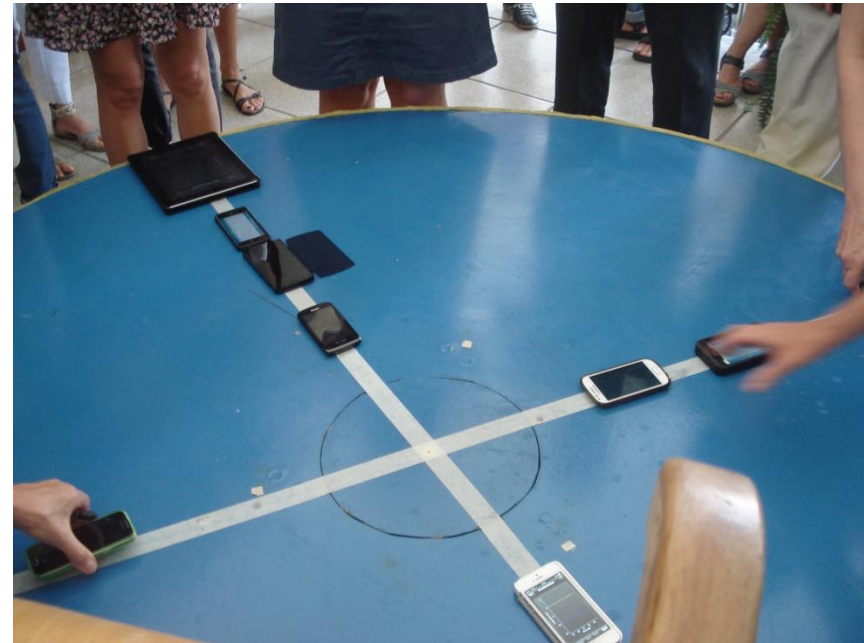
# Risultati diversi con differenti smartphone. Perché?



Di fatto non conosciamo la  
posizione dell' accelerometro  
all' interno dello smartphone

$$a = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

Il problema non si pone se  $R \gg \gg$



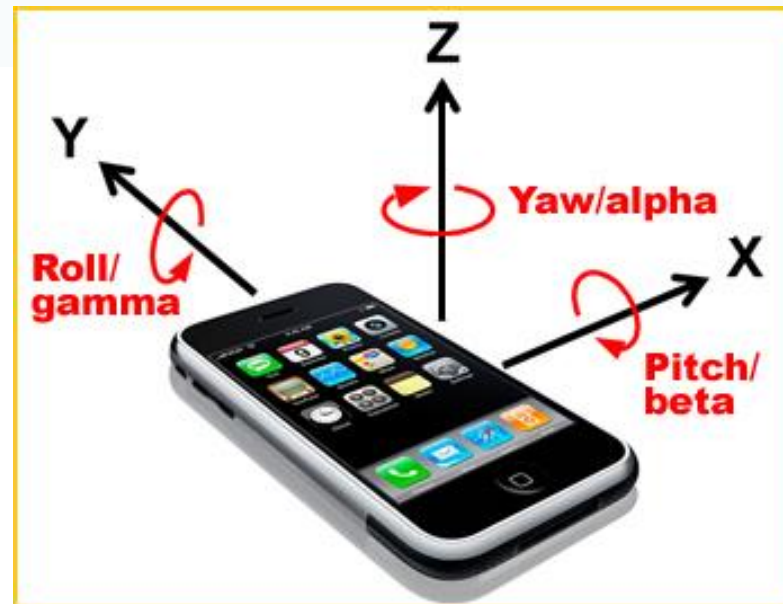
Altrimenti ricercare la posizione dell'accelerometro



# il giroscopio

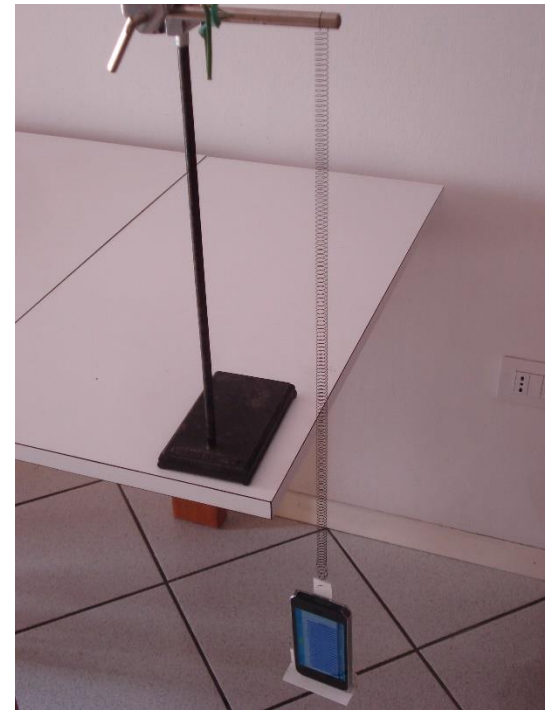


E' in grado di misurare la velocità angolare in rad/s intorno ai tre assi x, y e z del dispositivo.

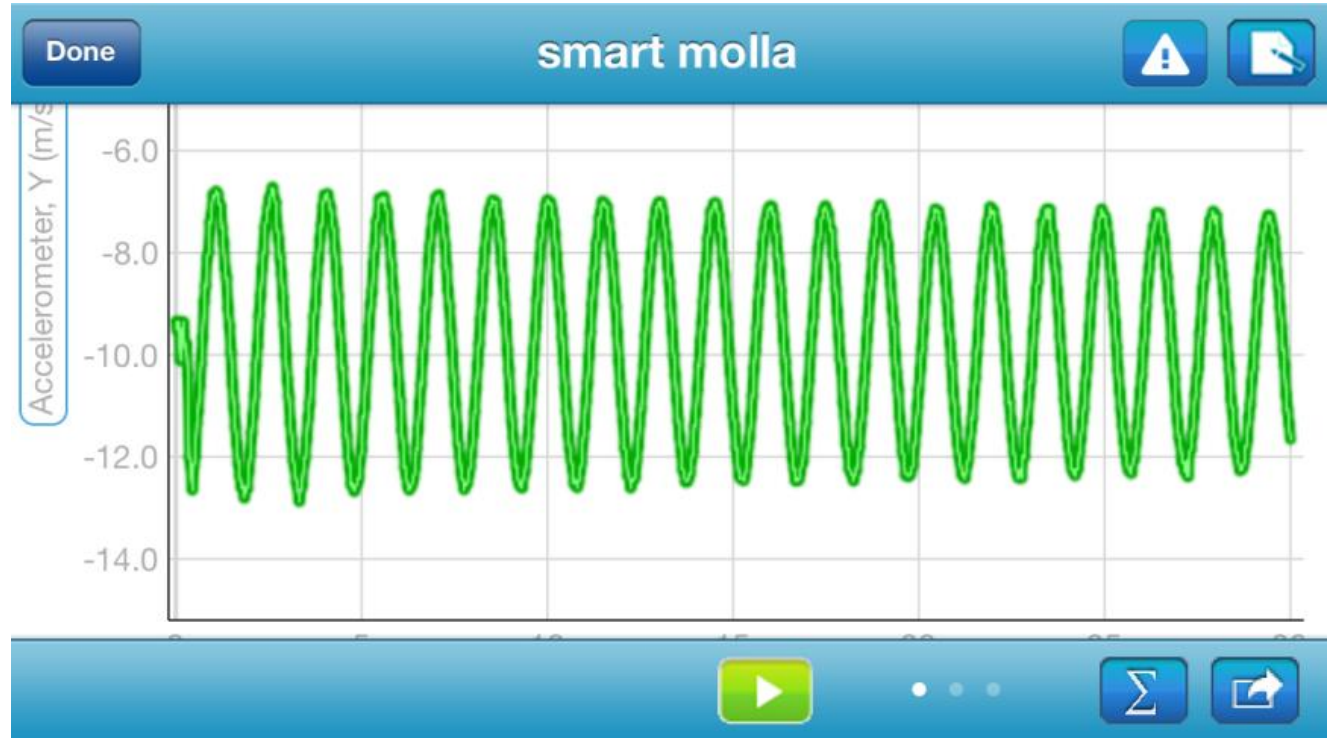


# Smartphone e tablet per esperimenti di meccanica

## Moto armonico

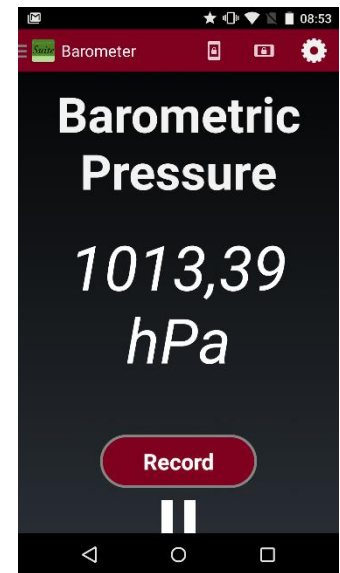
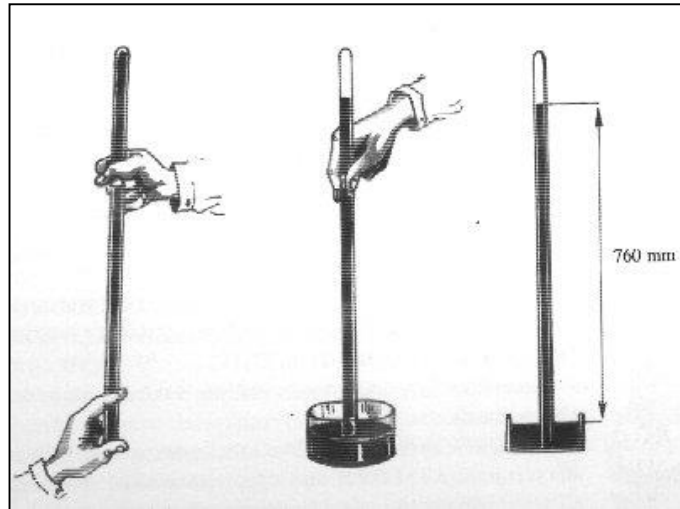


# moto armonico



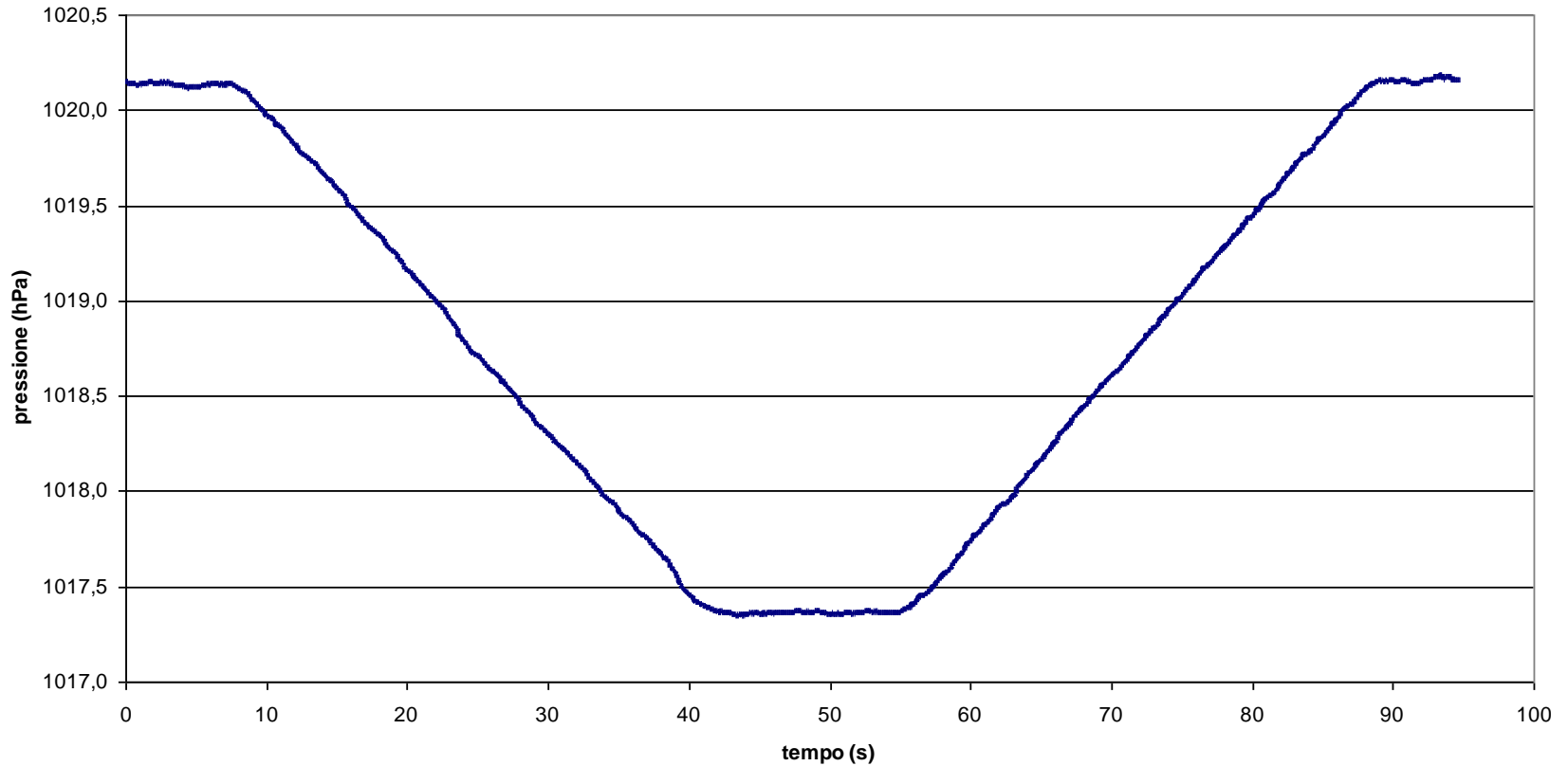
**Osservatore a bordo**

# Esperimenti con il barometro

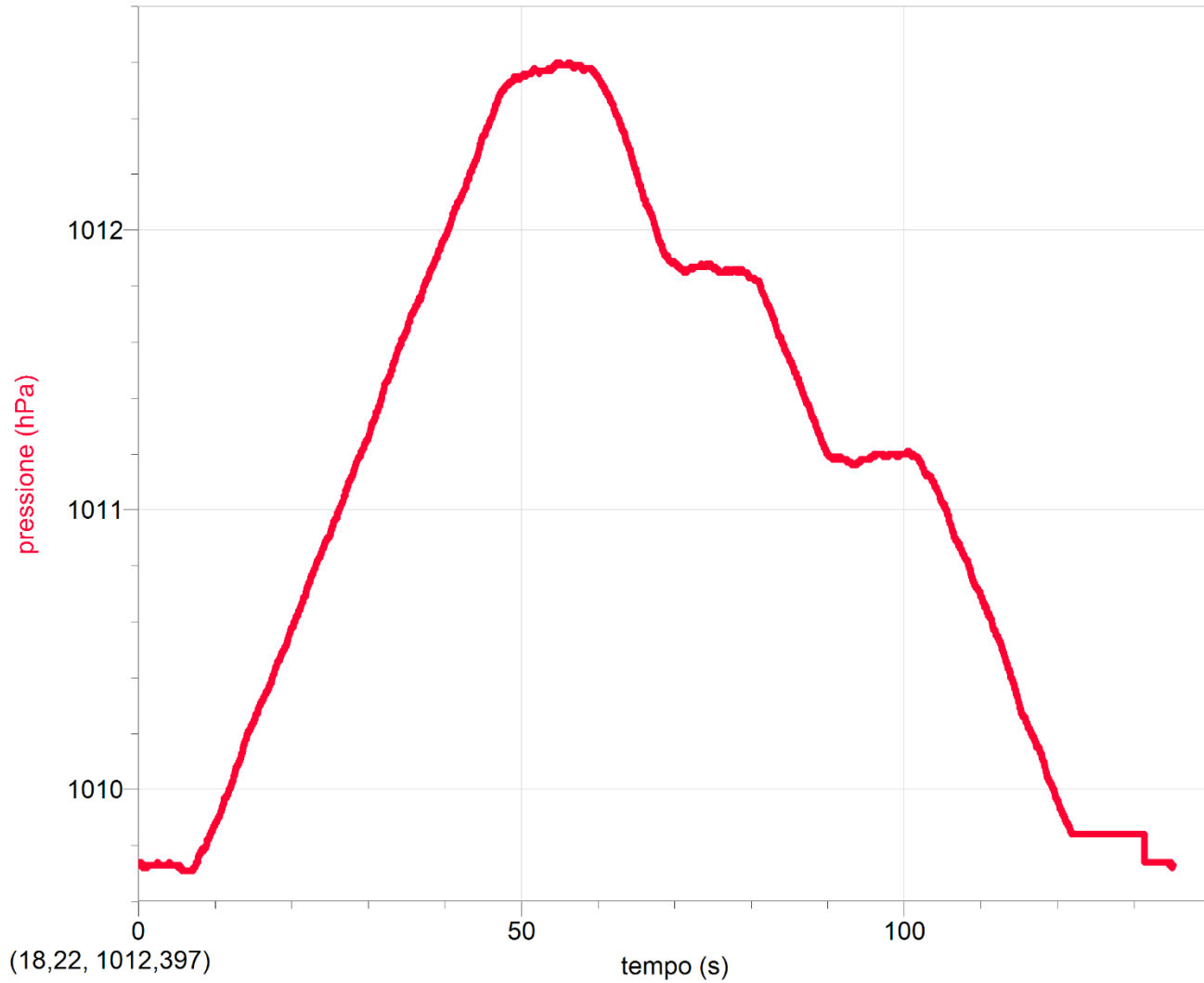


# Il senso della pressione

Ascensore Faenza



**Su e giù in ascensore. Quanti piani ? Quale altezza?**

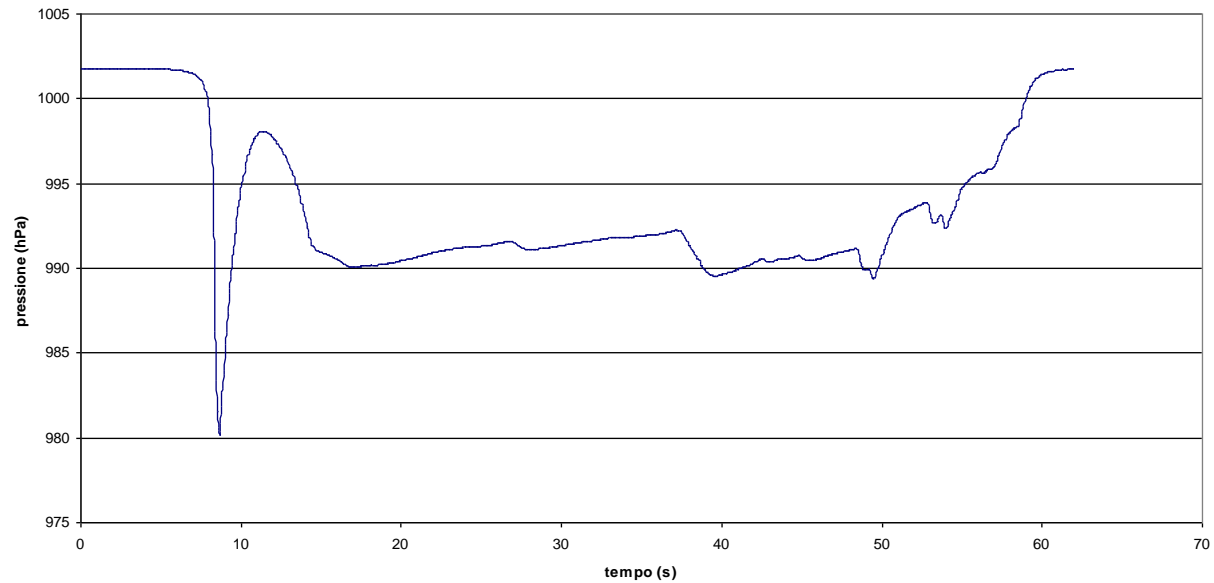


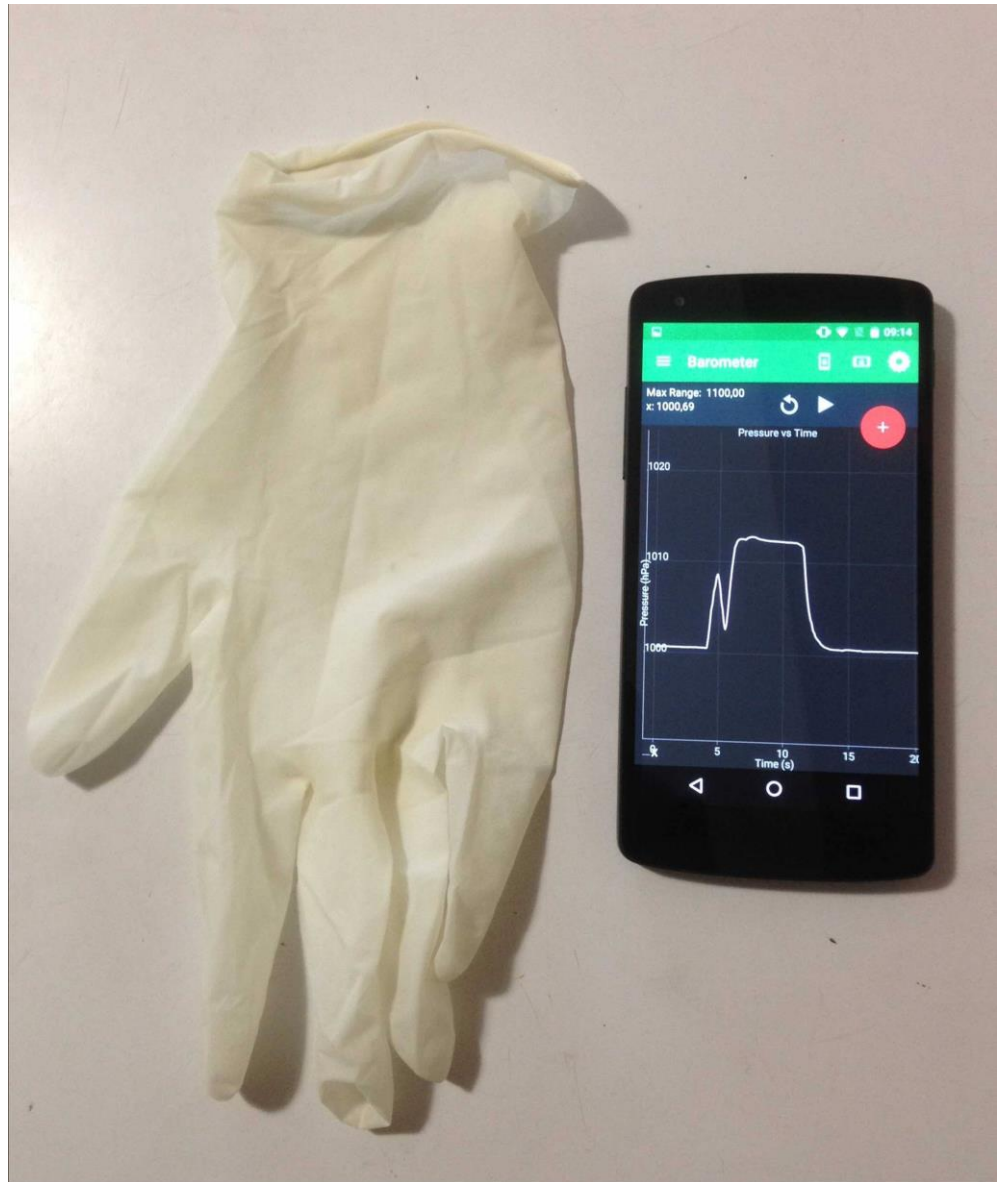
**Su e giù in ascensore. Quanti piani ? Quale altezza?**





aspirapolvere





# Legge di Stevino

