

Asimmetrie n. 30

[as] illuminazioni Un laboratorio nello smartphone.

Istruzioni

Introduzione

Tutti gli smartphone hanno al loro interno un set di sensori che sono usati dal telefono stesso o da alcune sue applicazioni per farlo funzionare. Le informazioni che questi sensori forniscono possono essere però anche lette direttamente e utilizzate ad esempio per misurare l'intensità luminosa o sonora presente in un ambiente. Negli ultimi anni sono state sviluppate applicazioni che sfruttano il set di sensori per realizzare dei veri e propri esperimenti scientifici.

Qui vi presentiamo due proposte di misure che si possono effettuare utilizzando due diversi tipi di sensori presenti negli smartphone: gli accelerometri e i sensori di prossimità.

Come detto ci sono diverse applicazioni che possono essere utilizzate per effettuare e registrare le misure. Vedete qui di seguito alcuni esempi, con immagini prese dalle schermate di uno smartphone, dopo averle scaricate.

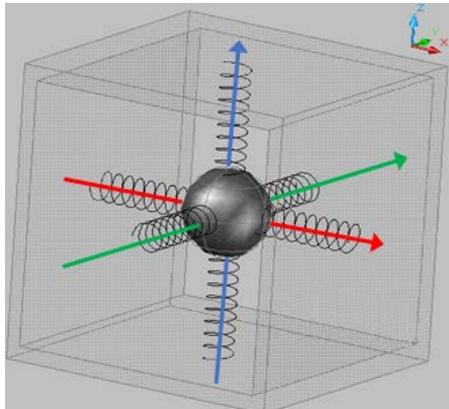
phyphox suite

sensor kinetics

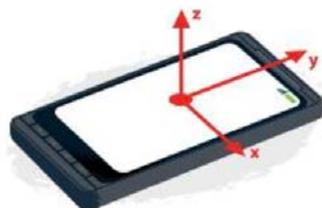
physics tool box suite



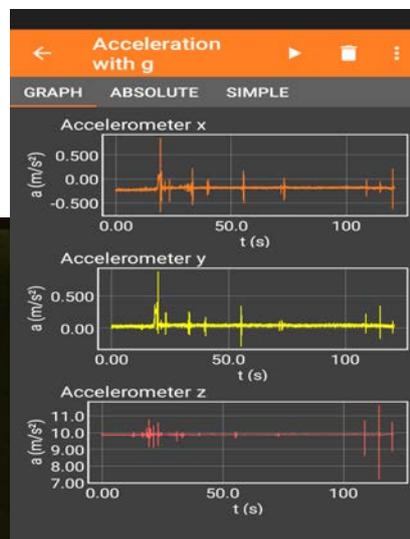
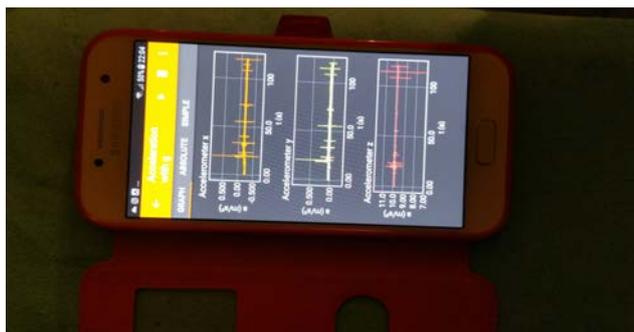
Iniziamo prendendo confidenza con gli accelerometri. Questi possono essere immaginati come un cubo con una biglia tenuta da 6 molle. Dalla misura della posizione della biglia rispetto al centro è possibile valutare le accelerazioni che il cubo subisce.



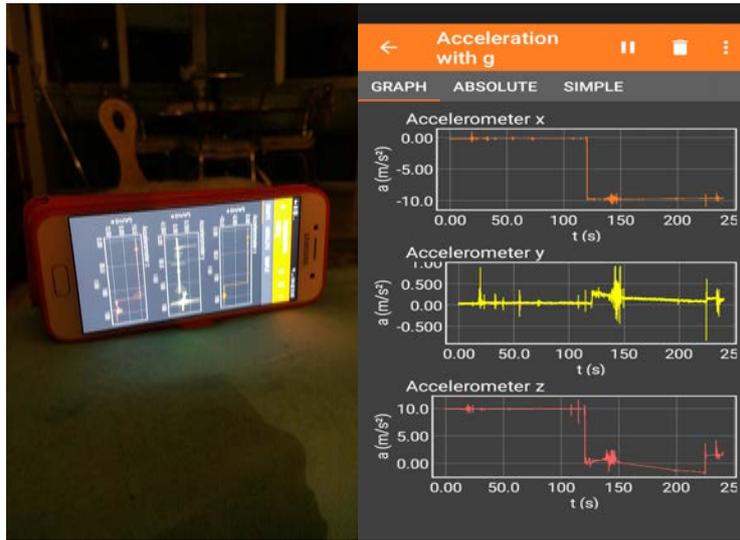
Una prima semplice applicazione è la misura dell'accelerazione di gravità. Questa può infatti essere effettuata anche semplicemente in modo statico e in particolare potremo valutare come questa venga rivelata sui tre assi x-y-z a seconda di come lo smartphone (e pertanto i sensori al suo interno) viene orientato nello spazio.



Utilizziamo phyphox e mettiamo lo smartphone fermo su un tavolo, orientandolo in tre modi diversi, come mostrato nelle immagini, e vediamo i risultati delle diverse misure.

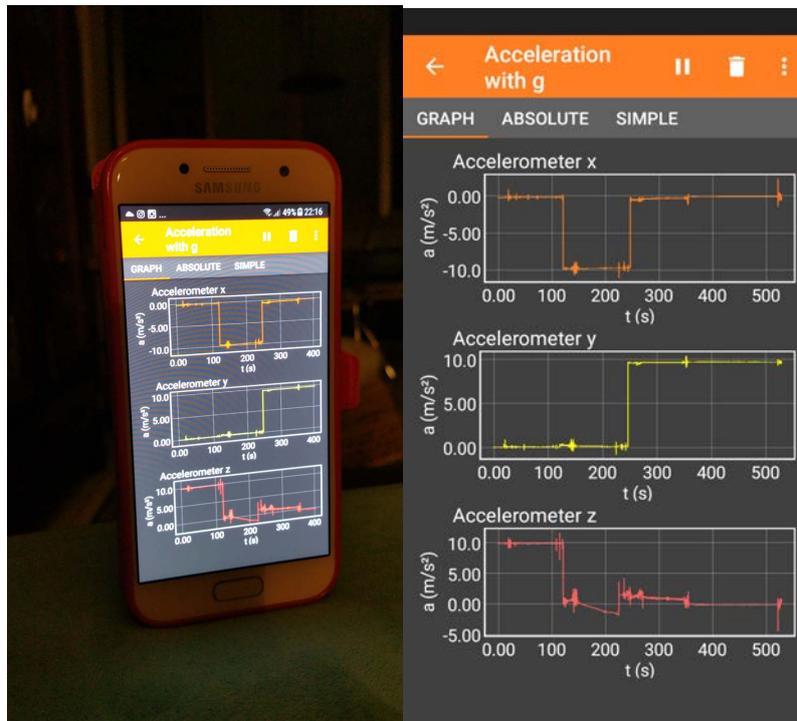


In questa situazione l'accelerazione di gravità agisce sull'asse z. Si vede che infatti il grafico in basso indica un valore costante attorno a $9,8 \text{ m/s}^2$ dovuto alla forza gravitazionale agente sul sensore. Si notano anche delle fluttuazioni improvvise ("spikes") dovute a disturbi nella misura.



Lo smartphone è stato ruotato intorno al tempo 120 s e l'accelerazione di gravità agisce ora sull'asse x (negativa, per come è messo lo smartphone; per averla positiva lo smartphone andrebbe ruotato di 180° ... provate!).

La terza possibilità è mostrata nelle figure seguenti: il telefono è stato ruotato nuovamente intorno al tempo 220 s e l'accelerazione di gravità agisce ora sull'asse y.



Ovviamente questo tipo di misure, con il dispositivo fermo, possono servire, oltre che a prendere confidenza con lo strumento, anche a calibrare i sensori, per alcuni tipi di esperimenti in cui questo sia necessario.

Misura di g

Il periodo (T) delle “piccole oscillazioni” di un pendolo dipende solo dalla lunghezza del filo (l) e dall’accelerazione di gravità (g), secondo la formula: $T = 2 \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

La misura del periodo, pertanto, nota la lunghezza del filo, consente di ottenere il valore di g ¹.

Vi proponiamo due alternative per effettuare la misura del periodo di oscillazione del pendolo con il telefono.

Primo metodo: oscillazioni dello smartphone

In questo caso si può costruire un pendolo in cui sia il telefono stesso a oscillare.

Avendo attivato la registrazione dei dati del sensore di accelerazione, questi potranno essere usati per valutare il moto del telefono.

La misura è in linea di principio molto semplice, ma bisogna eseguire qualche accorgimento, per evitare che oscillazioni dello smartphone in direzioni diverse da quelle volute disturbino la misura.

La figura seguente mostra una possibile configurazione, realizzata con materiale di semplice reperibilità.

¹ A partire della formula scritta, una interessante curiosità è notare che nel caso di un pendolo di lunghezza 1 metro, il semiperiodo risulta molto vicino a 1 secondo (1,003 s per la precisione). Recenti ricerche storiche, portate avanti da G. d’Agostini et al., ipotizzano che “il pendolo che batte il secondo” sia alla base della definizione della lunghezza del metro: <https://arxiv.org/abs/physics/0412078>.

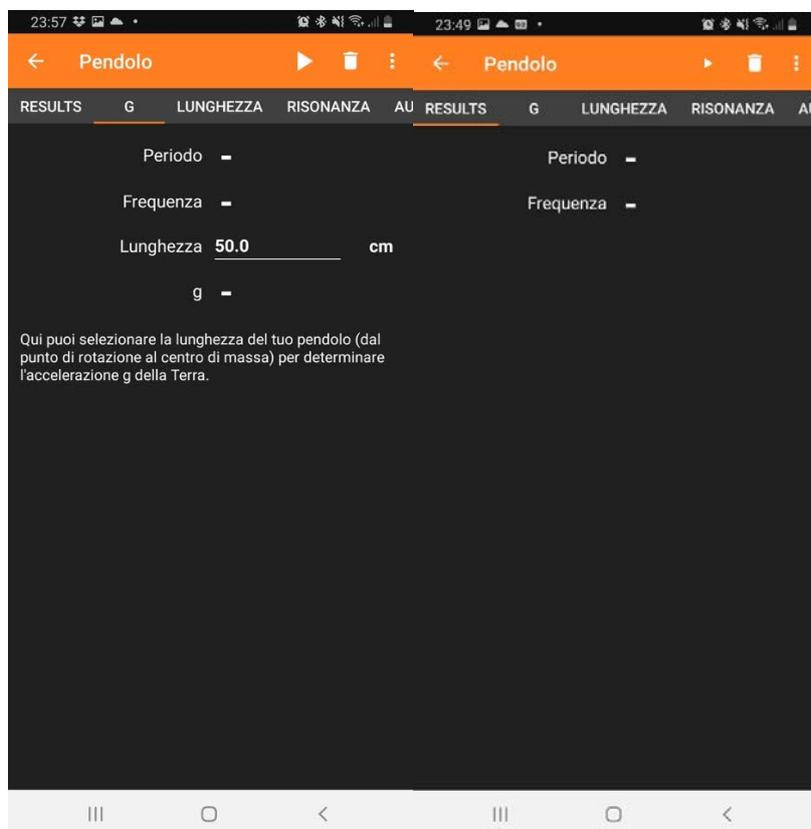


Un'idea è usare una base, per esempio di plastica o cartoncino duro, sorretta da quattro fili (fate quattro fori alle estremità della base e passate i fili che collegate fra loro in cima), su cui poggiare lo smartphone. In questo modo si ottiene un pendolo semplice, la cui oscillazione sarà contenuta in un piano (detto piano di oscillazione), che non varierà sensibilmente.

Apriete la app phyphox e selezionate la voce “pendolo”, mostrata nella figura seguente.



Apparirà la schermata di sotto, dove – selezionando il tasto play (il solito simbolo |>) – inizierà la presa dati. Se avete impostato la lunghezza del filo (misurata sulla verticale dal vertice, dove sono uniti i fili, alla base dove si trova lo smartphone), scrivendone il valore alla voce “lunghezza”, oltre al valore del periodo di oscillazione il programma vi mostrerà anche il valore della stima istantanea di g .



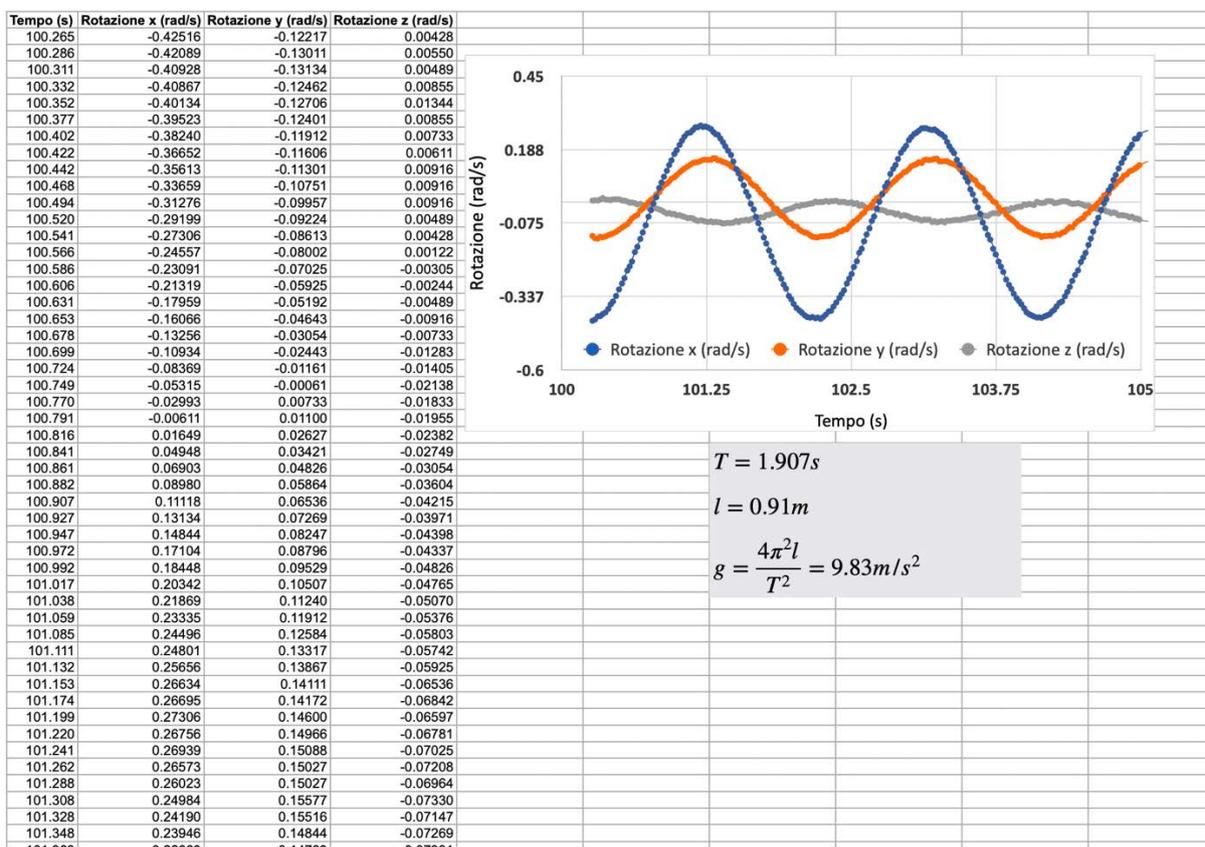
Durante la misura, nella schermata di destra vedrete i valori istantanei del periodo e della frequenza dell'oscillazione (la frequenza è l'inverso del periodo, misurata in Hz). A fine misura, ad esempio dopo che per un po' avrete osservato oscillazioni regolari oppure quando lo smartphone si sarà fermato da solo, potrete – premendo sui tre puntini in alto a destra – procedere a creare un file che, in formato excel o semplice testo, potrete poi inviarvi, ad esempio, via mail per le successive elaborazioni (per fare medie e/o grafici, da cui valutare meglio il periodo e dunque l'accelerazione di gravità). Ripetendo le misure più volte avrete diversi valori del periodo, ottenuti a parità di lunghezza del filo, e da questi potrete ottenere un valore medio dal quale fare una stima valida dell'accelerazione di gravità.

Ovviamente, dovrete considerare solo i dati non disturbati, ossia escludere la parte iniziale e la parte finale delle misure, nelle quali avrete sicuramente toccato il sistema di misura, per avviare le oscillazioni, fermarle o per bloccare la misura. Con alcune applicazioni è anche possibile il controllo remoto, ma non è essenziale per ottenere un risultato corretto.

Ripetendo le misure con lo stesso sistema, ma variando la lunghezza del filo, potrete anche riportare i risultati (sempre dopo averli esportati in un file) in un grafico, dal quale, mettendo il quadrato del periodo in ordinata e la lunghezza del filo in ascissa, ottenere una stima di g dalla pendenza della retta, che meglio rappresenta l'andamento dei dati. La pendenza della retta sarà, in questo caso:

$$m=4\pi^2/g$$

Riportiamo qui di seguito il risultato di una misura, con il grafico dell'accelerazione sui tre assi. In una misura ideale, l'oscillazione dovrebbe avvenire lungo un solo asse ed essere nulla sugli altri due. Come potete notare dalla figura, invece, nel nostro caso è stata misurata una accelerazione su tutti e tre gli assi. Per ottenere un risultato più affidabile, utilizziamo la componente più pronunciata (in blu nel grafico) che, nel nostro caso, per come lo smartphone è stato posto sulla scatola, è la componente x. Il risultato ottenuto, $9,83 \text{ m/s}^2$, è molto buono nonostante si tratti di un esperimento "casalingo" e sia stato ottenuto da una sola misura.

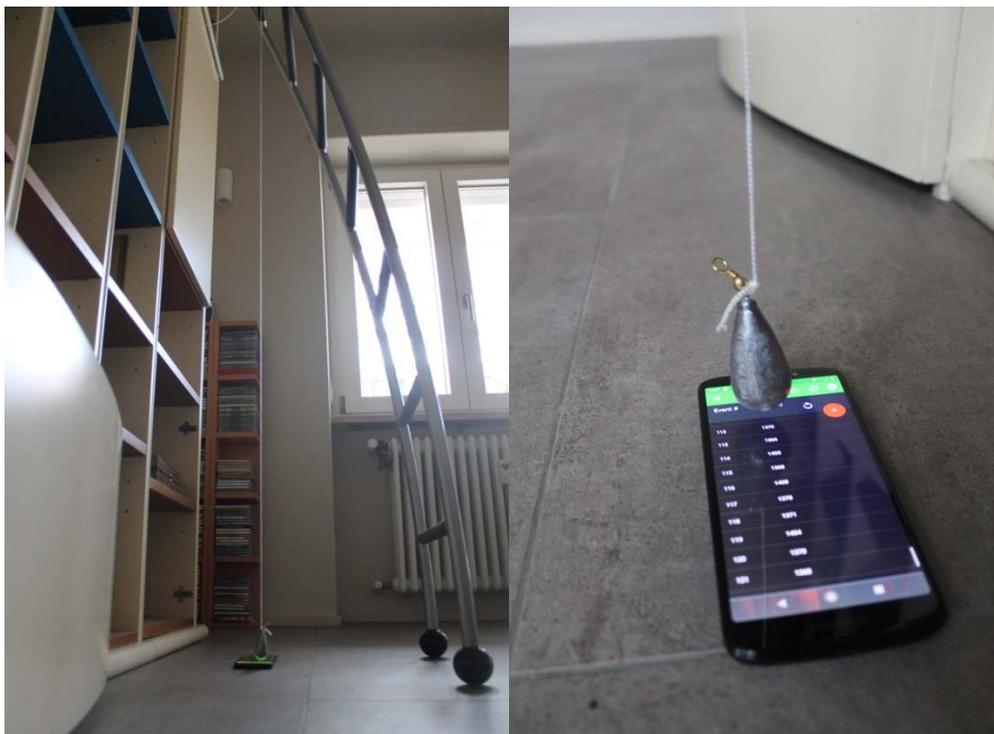


Secondo metodo: pendolo e sensore di prossimità

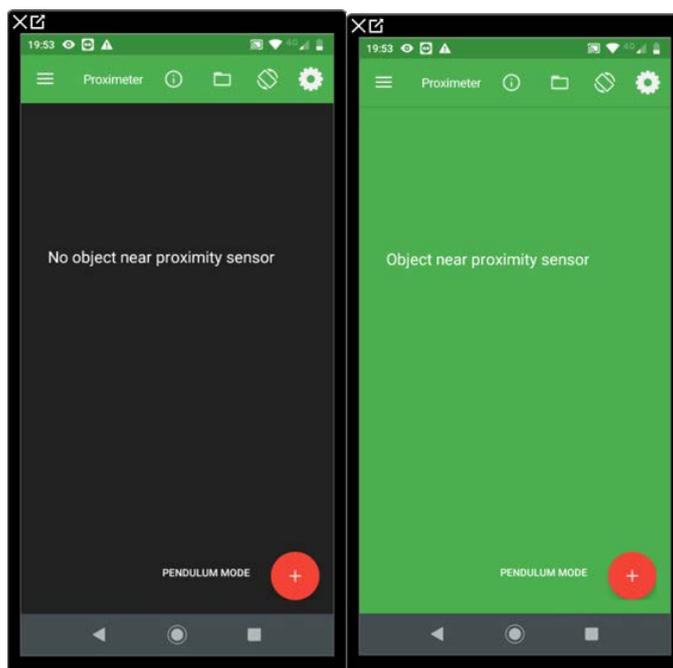
Una seconda possibilità è quella di usare un pendolo semplice realizzato appendendo un oggetto piccolo e pesante in fondo a un filo, come mostrato in figura. Può essere utilizzato un comune spago di nylon con in fondo una biglia o un peso da pesca, che abbia una massa di almeno 50-100 grammi. Consigliamo in generale di costruire pendoli con lunghezza di almeno 1 metro, in modo da minimizzare gli effetti di possibili attriti e precisione della misura del tempo.

In questo caso il telefonino viene utilizzato come “spettatore”, soltanto per effettuare la misura.

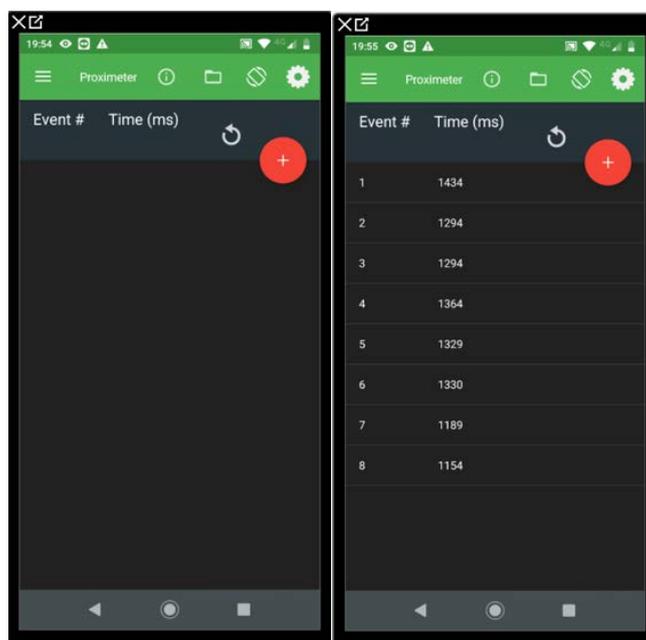
Deve essere posizionato vicino al punto più basso dell’oscillazione del pendolo e sfrutteremo il sensore di prossimità per rivelare il suo passaggio.



Avviando sul telefono l’applicazione physics tool box, nel menù scegliamo “proximeter”. Prima di partire con la misura vera a propria, controlliamo che, con il pendolo fermo, il sensore di prossimità riveli la presenza dell’oggetto appeso come mostrato in figura.

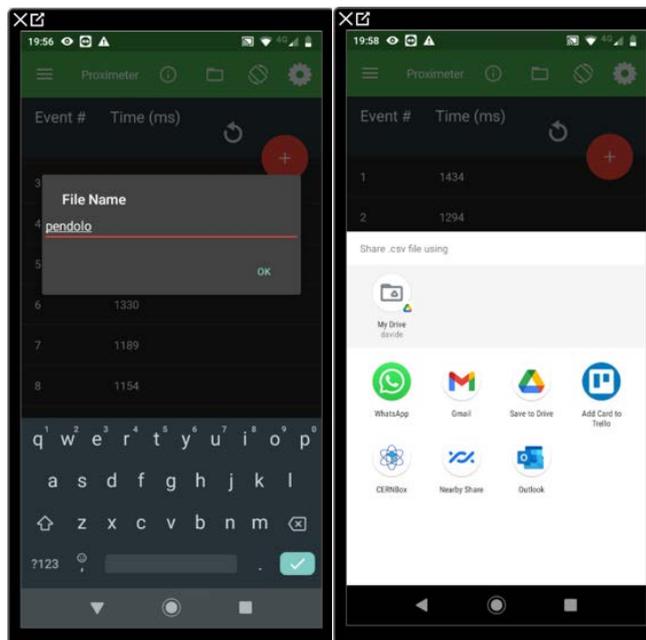


Se necessario, si può avvicinare il telefono ponendo al di sotto uno o più oggetti piatti (libro, scatola, CD), fintanto che il sensore non sia in grado di rispondere correttamente. A quel punto si può attivare la modalità “pendolo” e far iniziare a oscillare l’oggetto. Il telefono inizia a registrare gli intervalli di tempo tra due passaggi successivi (semi-periodo), che vengono visualizzati in forma di lista.



Il nostro consiglio è di continuare le operazioni di misura per circa un centinaio di oscillazioni, per avere successivamente la possibilità di evidenziare misure scorrette (ad

esempio possibili casi in cui il telefono non rivela un passaggio e misura un intero periodo) e mantenere comunque un ampio campione per l'analisi. Una volta acquisite un numero sufficiente di misure, queste possono essere inviate direttamente al proprio indirizzo mail.



Aperto il file ricevuto, tutti i valori registrati sono presenti in colonna. Inserendo tali valori in una tabella excel o nello spreadsheet di Google se ne possono calcolare valore medio e deviazione standard e da questi valutare g e la accuratezza della misura effettuata.

Per maggiori informazioni contattare:

pia.astone@roma1.infn.it

davide.pinci@roma1.infn.it

Vedi anche la relazione redatta dai ragazzi del Liceo Scientifico Levi Civita di Roma nell'ambito del progetto Lab2Go:

<https://doi.org/10.15161/oar.it/73765>