

Dati generali

* Titolo: Studio del moto di caduta libera con l'uso di smartphone.

*Materia:

Fisica

Altre materie

Informatica

Classe

1

* Tipo di attività

Misura o verifica

* Categoria

Laboratorio "povero"

* Ore di laboratorio

2

* N. Persone (min) per gruppo

4

Riassunto / Abstract

L'esperimento prevede l'osservazione e la misurazione del moto di caduta libera.

Scheda sintetica delle attività

Strumentazione e attrezzatura necessaria (elenco)

- Smartphone con app di presa dati (e.g. Sensor Kinetics PRO per Android)
- Software di elaborazione dati (e.g. GeoGebra).
- Aste, piedistalli e viti.
- Filo di cotone o fibra sintetica.
- Nastro adesivo e protezione per lo smartphone.
- Cordella metrica.

Competenze teorico-pratiche necessarie(elenco)

- Concetti di posizione, velocità e accelerazione.
- Concetto di sistema di riferimento inerziale e non inerziale.
- Uso della app di acquisizione dati.
- Uso del software di elaborazione dati.

Obiettivi e competenze acquisibili

Concetto di assenza di gravità (o, meglio, di microgravità) nei sistemi di riferimento in caduta libera. Verifica della legge oraria del moto di caduta libera.

Dotazioni di sicurezza

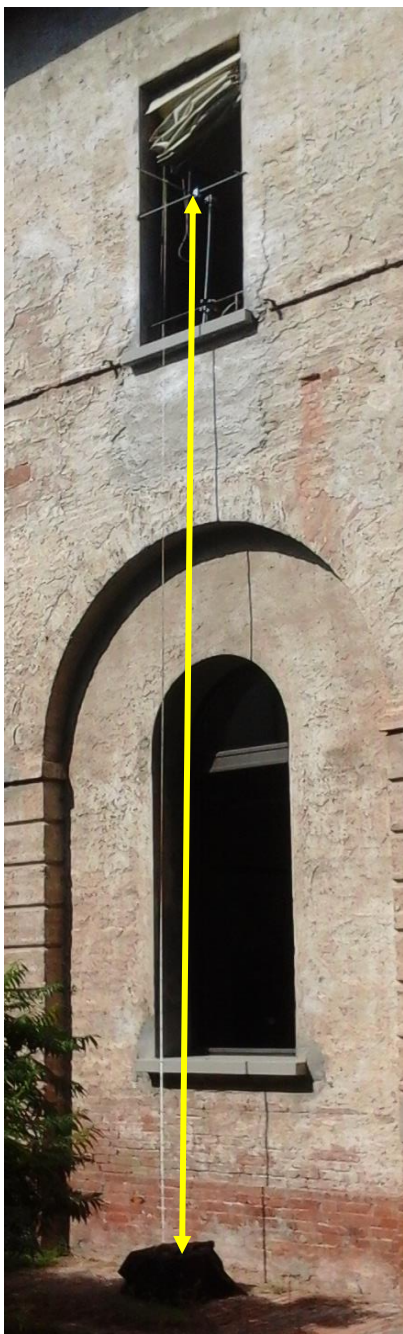
Nessuna dotazione particolare.

Svolgimento

L'esperimento si propone di misurare l'accelerazione nel corso del moto di caduta di uno smartphone. Affinché la misura risulti sufficientemente accurata, occorre prestare attenzione ai seguenti aspetti:

- La caduta deve avere una durata sufficientemente lunga da poter permettere la misurazione dell'accelerazione in quel lasso di tempo;
- l'impatto dello smartphone deve essere attutito in modo da non provocare danni al dispositivo;
- la caduta deve partire nel modo più rapido possibile per minimizzare l'effetto di forze diverse dalla gravità che imprimano moti rotatori allo smartphone (e.g.: la mano dell'operatore);
- la caduta deve avvenire in modo che il dispositivo mantenga il più possibile lo stesso orientamento per tutta la durata della stessa.

Per ottenere una caduta di sufficiente durata, si è optato per fare cadere il dispositivo da una finestra situata al primo piano di un edificio scolastico in modo da avere una distanza da terra di circa 6 m, con un tempo previsto per la caduta di circa un secondo.



Per attutire l'impatto si è fatto in modo che la caduta termini su un telo o su un largo cuscino. Vista la distanza, è difficile prevedere il luogo esatto dell'impatto, pertanto il telo o il cuscino dovranno coprire una zona piuttosto ampia (circa 2 m^2).

Per minimizzare le forze che potrebbero disturbare la fase iniziale della caduta, si è predisposta una struttura alla quale legare lo smartphone (chiuso in una custodia di protezione) tramite un filo di cotone che viene tagliato all'inizio della caduta.

Per ridurre la possibilità che lo smartphone ruoti e cambi posizione durante la caduta, si è provveduto ad appesantire la parte inferiore della custodia con un oggetto metallico in modo da abbassarne notevolmente la posizione del baricentro.

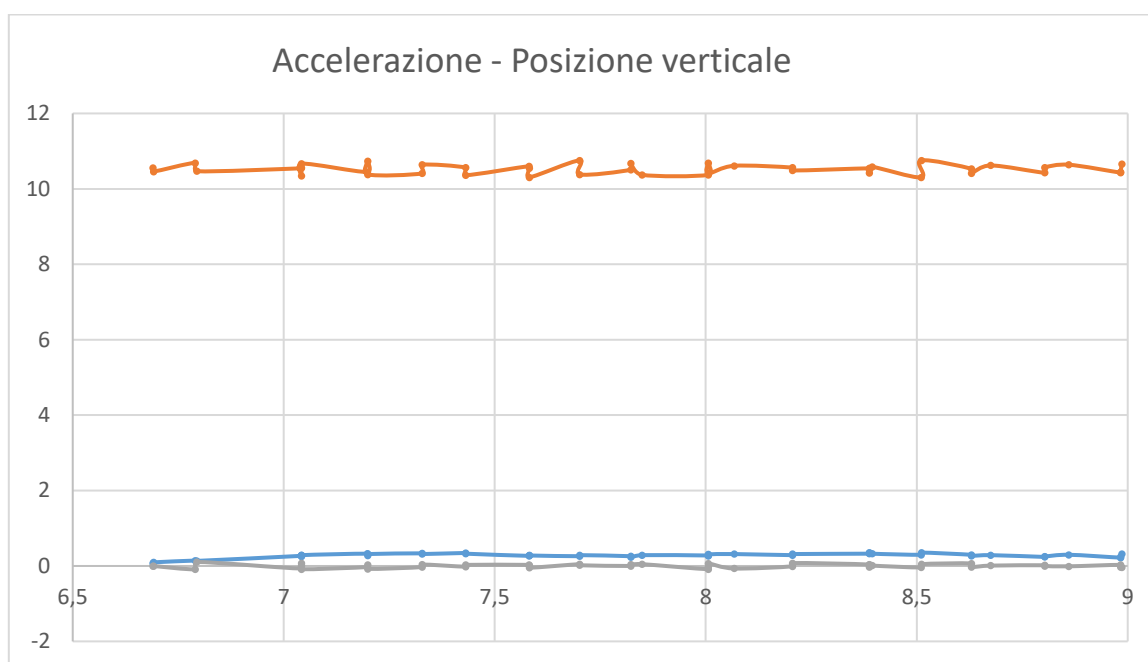




Per prima cosa si installa sullo smartphone l'app per la raccolta dei dati dei sensori. Nel nostro caso è stata utilizzata la app “*Sensor Kinetics PRO*” su dispositivo Android.

Se tramite l'applicazione si accede al grafico relativo all'accelerometro, vengono tracciati tre grafici, che corrispondono alle misure dell'accelerazione in funzione del tempo lungo i tre assi coordinati.

Se si appende lo smartphone al filo in modo che resti in posizione verticale il più possibile fermo, allora il grafico avrà un aspetto simile a quello in figura:



L'asse z, al quale corrisponde il grafico arancione, è quello in direzione verticale, corrispondente all'altezza dello smartphone. In una situazione di quiete registra l'accelerazione di gravità. Come si può notare, il dispositivo utilizzato misura un dato leggermente maggiore a quello previsto, ma comunque compatibile con il valore di $9,8 \text{ m/s}^2$.

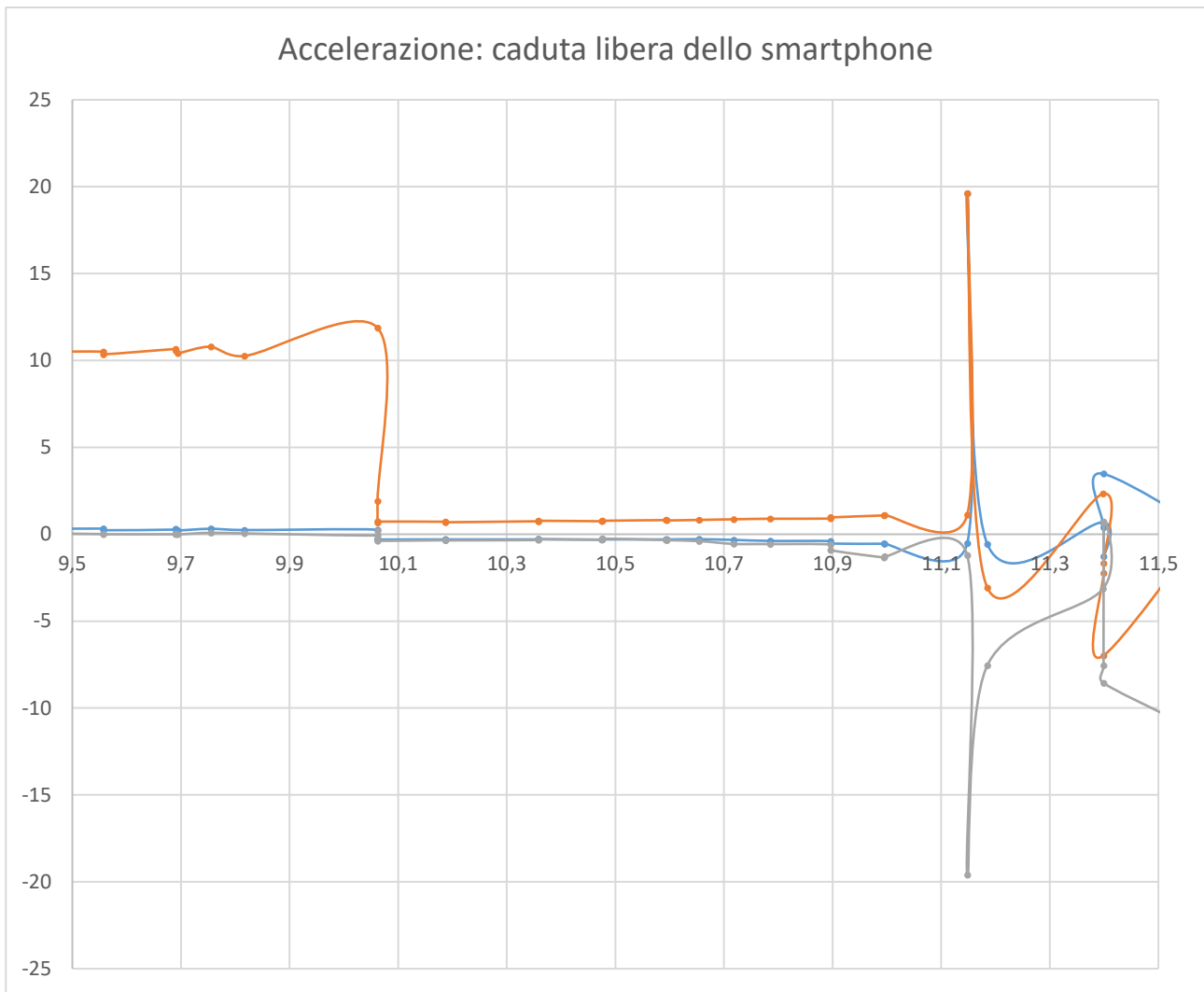
Gli altri due assi riportano valori vicini allo zero, che possono essere considerati come “rumore”.

A questo punto si può procedere tagliando il filo e osservando la caduta del dispositivo, fino al momento in cui viene raccolto sul telo o sul cuscino al piano inferiore.

Quando la caduta sarà terminata, l'operatore al piano inferiore raccoglie lo smartphone, arresta la registrazione dei dati e salva gli stessi sul supporto elettronico.

Una volta salvati i dati e convertiti in un formato leggibile dal PC, si può procedere alla loro elaborazione con un foglio elettronico (MS Excel, Libre Office Calc).

Il risultato relativo alla fase di caduta è riportato nel grafico qui sotto:



La caduta è iniziata al tempo:

$$t_1 = 10,06 \text{ s}$$

Come si può notare dal brusco cambiamento nel valore dell'accelerazione lungo l'asse z. Da questo punto in avanti tutti i grafici relativi all'accelerazione riportano valori vicini allo zero.

Nella fase di caduta lo smartphone si trova in un sistema di riferimento in cui l'accelerazione di gravità è compensata dall'accelerazione del sistema, pertanto si viene a trovare in una situazione di assenza apparente di gravità, come dimostrano i valori pressoché nulli registrati dall'accelerometro.

Il termine della caduta è evidenziato al tempo

$$t_2 = 11,15 \text{ s}$$

da una brusca accelerazione che coinvolge tutte le direzioni. È l'accelerazione dovuta all'impatto dello smartphone con il telo o con il cuscino. Il modulo dell'accelerazione è poco significativo dal momento che dipende dal tipo di impatto con il telo. Le misure negli istanti successivi sono difficilmente interpretabili in quanto si riferiscono al moto disordinato del dispositivo nel telo e nel momento in cui viene raccolto dall'operatore.

Dai dati raccolti possiamo calcolare che il tempo impiegato per la caduta è:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1,09 \text{ s}$$

Lo spazio percorso durante la caduta può essere calcolato con la legge oraria del moto uniformemente accelerato:

$$s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \cdot 9,806 \cdot 1,09^2 \text{ m} = 5,8 \text{ m}$$

Che è un valore compatibile entro gli errori di misura con quello misurato tramite la cordella metrica, pari a 5,9 m.

Note e storia

L'esperimento fa parte del progetto "Science Smart Kit". Tale progetto comprende un kit di "accessori" per smartphone per realizzare attività di laboratorio di fisica, di scienze, chimica e matematica, schede per studenti e docenti, e la disseminazione attraverso iniziative di aggiornamento e formazione docenti.

Il progetto è risultato tra i vincitori del bando del MIUR "Nuove idee per la didattica laboratoriale nei Licei Scientifici".

Bibliografia

Patrik Vogt, Jochen Kuhn, "Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor", The Physics Teacher, Vol. 50, March 2012 tradotto in *La Fisica nella scuola*, XLVI, 2, 2013

Autori

Alessio Seganti