

Laboratorio di Meccanica - Prova Pratica Individuale 2 (PPI2-AtHome-CadutaGrave)

Studio dell'indipendenza del tempo di caduta di un grave dalla velocità orizzontale di lancio e misura dell'accelerazione di gravità

Nome del singolo file della relazione da consegnare: **cognome-matricola-PP2.pdf**
esempio: **santanastasio-123456-PP2.pdf** (rimuovete eventuale apostrofo nel cognome)

16 giugno 2020

1 Scopo dell'esperienza

- Verificare l'indipendenza del tempo di caduta di un grave dalla velocità orizzontale di lancio
- Misurare l'accelerazione di gravità

2 Introduzione

Un punto materiale (proiettile), lanciato con velocità verticale nulla da una certa altezza h da terra, impiega un tempo T per toccare terra pari a

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (1)$$

dove g è l'accelerazione di gravità.

In questa esperienza si utilizza uno smartphone per eseguire la misura del tempo T di caduta ed un metro per le misure di altezza h . Per la misura di tempo viene utilizzata l'applicazione PHYPHOX, scaricabile dall'Apple store (per iPhone) ovvero dal Play Store (per Android), ed in particolare lo strumento "cronometro acustico" ("acoustic stopwatch") nella sezione "misura di tempo" ("timers") come descritto in seguito.

3 Strumenti di misura e materiale

- Smartphone con app. PHYPHOX installata e strumento "cronometro acustico" funzionante.

- Metro
- Proiettile (es. una moneta da 1 centesimo di euro)
- Corpo metallico per lanciare il proiettile (es. un coltello a punta tonda, fate attenzione alla lama!)
- Qualcosa per fare un segno sul pavimento (es. un pezzo di nastro adesivo)
- Tavolo, sedia, dei libri (da utilizzare per variare l'altezza di lancio del proiettile)

Possono servire inoltre uno o più fogli di carta millimetrata (es. stampandoli da questo link <https://drive.google.com/file/d/1fEWcyImJoEcEbZW4qp30Hpa5NWDnAGnN/view>).

3.1 Descrizione dello strumento "cronometro acustico" di PHYPHOX

Per eseguire una misura utilizzando il cronometro acustico di PHYPHOX si deve selezionare l'esperimento "cronometro acustico" nella sezione "misura di tempo". In questo esperimento si urta il proiettile orizzontalmente per lanciarlo e causarne la caduta. Il suono prodotto dall'urto iniziale e dall'impatto sul suolo sono sfruttati come segnali per far partire (start) e interrompere (stop) il cronometro, rispettivamente. La misura riportata dallo strumento è quindi $T = t_{stop} - t_{start}$. Ci sono solo due parametri da configurare:

- **soglia:** serve ad evitare che rumori di fondo vengano interpretati dallo strumento come segnali di start o stop. Il valore di soglia dovrà dunque essere sufficientemente alto per evitare che ciò accada, ma sufficientemente basso perché i suoni prodotti volontariamente durante l'esperimento siano effettivamente rilevati. Conviene tenere lo smartphone in prossimità del luogo dove verrà prodotto il suono meno intenso, oppure a circa la stessa distanza tra il punto di start e stop se l'intensità dei due suoni è ritenuta simile. Effettuare dei test iniziali per stabilire la soglia (si consigliano valori nell'intervallo 0.05-0.15 a.u.), verificando che il cronometro si azioni solo quando effettivamente voluto.
- **ritardo minimo:** è il ritardo minimo tra i suoni che si intende usare come segnali di start e stop. Ciò serve ad evitare che eventuali echi interrompano il conteggio prematuramente. Se ci si aspetta un ritardo effettivo T tra il suono di start e quello di stop, si suggerisce di porre il ritardo minimo ad un valore tra $T/4$ e $T/2$ (ad esempio, se si studia il moto di caduta di un oggetto e ci si aspetta che questo toccherà il suolo dopo circa 1 secondo, porre il ritardo minimo ad un valore tra 0.25s e 0.5 s). Prima di iniziare le misure effettuare delle prove per verificare che il tempo T misurato sia corretto.

Avviare la misura toccando la freccia a forma di triangolo in alto a destra sulla schermata dello smartphone. Dopo ogni misura riportare il valore di T mostrato sullo schermo (su un foglio, o direttamente sul vostro pc). Premere il tasto "reset" prima di effettuare la misura successiva.



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Materiale

- Smartphone con app. PHYPHOX (strumento: Cronometro Acustico)
 - soglia ~0.1 (dipende dall'ambiente e dal vostro sensore, [fare prove](#))
 - ritardo minimo ~ 0.15 s (in genere 1/4 del tempo che si vuole misurare, [fare prove](#))
- Proiettile (es. moneta da 1 centesimo)
- Corpo metallico per lanciare proiettile (es. coltello spunta a tonda, [fare attenzione alla lama!](#))
- Metro
- Qualcosa per fare un segno sul pavimento (es. un pezzo di nastro adesivo)
- Un tavolo, una sedia, dei libri




Francesco Santanastasio

2

3.2 Descrizione della misura di base di tempo di caduta

- Posizionare il proiettile (moneta) ad una certa altezza h da terra (es. su un tavolo in modo che il centro della moneta coincida con il bordo del tavolo e la moneta resti in posizione orizzontale in equilibrio).
- Mettere un segno sul pavimento (ad esempio con un pezzo di nastro adesivo) a circa 50 cm dalla base del tavolo. I lanci in cui la moneta toccherà il suolo prima del segno saranno indicati come configurazione di "velocità iniziale piccola" (caso 1), viceversa come configurazione di "velocità iniziale grande" (caso 2).
- Far partire l'acquisizione dello strumento cronometro acustico di PHYPHOX.
- Tramite il corpo metallico (es. punta tonda del coltello) colpire la moneta disposta orizzontalmente al centro con un rapido impulso parallelo al piano del tavolo. Il cronometro acustico attiva lo start al momento del colpo.
- Il corpo tocca il suolo emettendo un suono che fornisce il segnale di stop allo strumento. Il tempo misurato $T = t_{stop} - t_{start}$ viene riportato sullo schermo dello strumento.
- Si procede alla misura successiva dopo aver premuto il tasto "reset".

Setup sperimentale

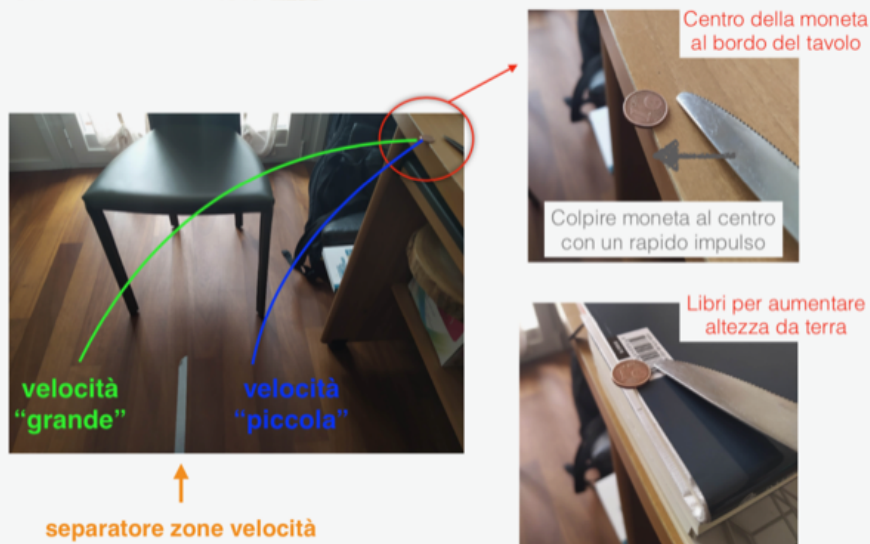
- Cronometro acustico
PHYPHOX

- smartphone in vicinanza del proiettile oppure a mezza distanza tra proiettile e punto di contatto a terra (per esempio poggiato su una sedia con il microfono in direzione del setup sperimentale)
- l'importante è che il sensore acustico scatti correttamente sia allo start che allo stop.

$$\Delta t_{\text{PHYPHOX}} = t_{\text{stop}} - t_{\text{start}}$$



Immagini di un possibile setup



4 Sequenza operazioni sperimentali

- Fare una foto del setup sperimentale da allegare all'elaborato.
- Completare la tabella 1 con le caratteristiche degli strumenti di misura.

4.1 Parte 1: Indipendenza del tempo di caduta dalla velocità orizzontale di lancio

- Posizionare il proiettile (moneta) ad una certa altezza h fissata da terra.
- Eseguire 15 misure del tempo di caduta T nel configurazione di velocità iniziale piccola (caso 1), regolando l'impulso iniziale del lancio per assicurarsi che il proiettile cada al suolo prima del segno.
- Eseguire 15 misure del tempo di caduta T nel configurazione di velocità iniziale grande (caso 2), regolando l'impulso iniziale del lancio per assicurarsi che il proiettile cada al suolo dopo il segno.
- Riportare tutti i dati in tabella 2.
- Fare un istogramma delle 15 misure di T per ciascuna delle due configurazioni di velocità iniziale (da allegare all'elaborato).
- Fornire le due misure di T con le relative incertezze e riportale in tabella 3.
- Confrontare le due misure di T e verificare l'ipotesi di indipendenza dalla velocità iniziale orizzontale.

4.2 Parte 2: Misura dell'accelerazione di gravità

- Eseguire misure di T con lanci da diverse altezze h . Utilizzare il tavolo, la sedia, ed i libri per ottenere diverse altezze di lancio. Eseguire misure da 4 diverse altezze. Motivare la scelta dei 4 valori. Nota: per velocizzare la presa dati, uno dei 4 punti può essere preso dalle misure della parte 1.
- Per ciascun valore di altezza, fare 15 misure ripetute del tempo di caduta T e riportate tutti i dati in una tabella (create la vostra tabella disegnandola sul foglio o allegandola all'elaborato).
- Fornire le quattro misure di altezza h , tempo di caduta T e tempo di caduta al quadrato T^2 con le relative incertezze e riportale in tabella 4.
- Fare un grafico (in carta millimetrata o usando un software, a scelta dello studente) di T^2 in funzione di h (da allegare all'elaborato).

- Eseguire un fit ai dati utilizzando la relazione lineare $T^2 = mh + c$. Determinare i parametri m e c con le relative incertezze e riportarli in tabella 5. Riportare la curva di best fit sul grafico precedente. Riportare inoltre tutte le formule utilizzate per eseguire il fit con il metodo dei minimi quadrati.
- Valutare l'accordo tra i punti sperimentali e l'andamento lineare atteso (es. studio dei residui e/o test del χ^2).
- Determinare l'accelerazione di gravità e verificare la compatibilità con il valore atteso. Riportare il risultato in tabella 6.
- Discutere eventuali effetti sistematici che intervengono nella misura (quali ad esempio le dimensioni finite del proiettile, la velocità finita del suono, etc..)

Raccomandazione: scrivere la relazione in forma sintetica rispettando i limiti nel numero massimo di pagine. Riportare chiaramente le formule utilizzate ed i risultati.