

## MISURA DELL'ACCELERAZIONE NEL MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO

### Apparato sperimentale e strumentazione utilizzata



**Smartphone** utilizzato per registrare l'input video. Risoluzione HD 1920 per 1080 pixels, campionato con 60 frame a secondo.

**Rotella metrica** utilizzata per fissare un sistema di riferimento sia assoluto che relativo, la precisione dell'esperimento deriva principalmente dall'utilizzo di questa. Portata 5 m, sensibilità 1 mm.

**Palline da tennis** forma scelta per ridurre l'attrito viscoso con aria. Diverse dimensioni e masse: 50 e 20 grammi rispettivamente.

**Tracker Software** tool di analisi video e modellazione offerto da Open Source Physics, essenziale per ottenere ed interpolare le misurazioni sperimentali

Su questo [link](#) si può vedere come è stato condotto l'esperimento

### Grafico dei risultati

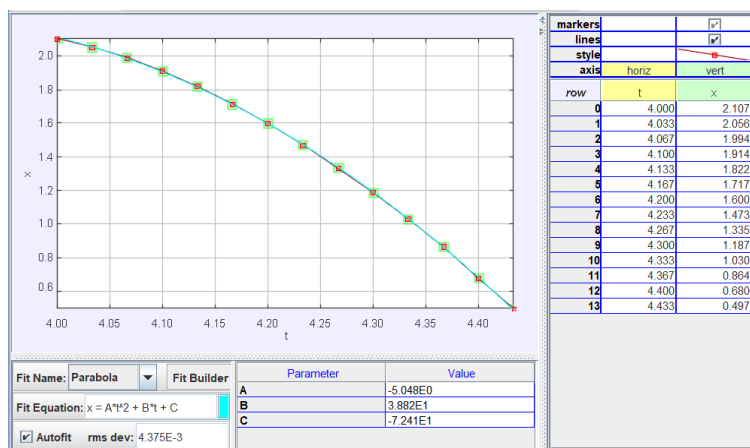


Fig. 1

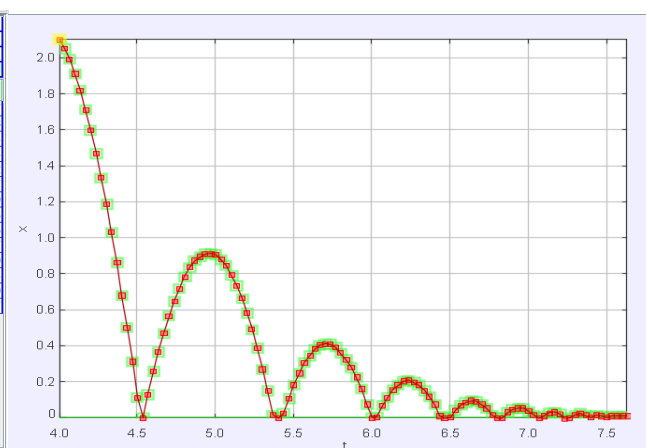


Fig. 2

Le figure saranno ampiamente discusse nella seconda parte della relazione.

## Tabella dei risultati

Nella tabella che segue riporto il doppio del valore ottenuto una volta sottoposto il grafico sperimentale ad un fit parabolico. Come possiamo vedere dalla formula seguente il modulo dell'accelerazione di gravità  $g$  corrisponde al doppio del parametro  $a$  dell'equazione di riferimento per una generica parabola  $f(t)$

$$f(t) = at^2 + bt + c$$

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

Dopo una attenta analisi ottengo un valore  $a = -9.887\text{m/s}^2$ , molto vicino al valore teorico di  $9.81$ .

Accelerazione [m/s <sup>2</sup> ]						
Misura 1	Misura 2	Misura 3	Misura 4	Misura 5	Misura 6	Media
-10.096	-9.769	-9.825	-9.798	-10.004	-9.841	-9.887

## Descrizione dell'esperimento, dei risultati ottenuti e delle eventuali difficoltà sperimentate

L'esperimento è un classico della meccanica (in questo caso cinematica) newtoniana: lo scopo principale è quello di studiare il moto uniformemente accelerato di un corpo materiale (puntiforme) e determinare la sua accelerazione durante la sua caduta libera (Fig. 1).

Per trovare dunque l'accelerazione gravitazionale, ho innanzitutto scelto come sfondo una superficie che facesse abbastanza contrasto con la pallina da tennis. In seguito, ho attaccato la rotella metrica, facendo particolare attenzione nel posizionarla perpendicolare al pavimento.

A questo punto, utilizzando un treppiede come supporto, ho avviato la registrazione con la videocamera. Successivamente ho caricato il video in un software di tracking per ottenere la legge oraria a partire dalle diverse posizioni del grave nei fotogrammi registrati.

Analizzando la curva ottenuta possiamo calcolare la parabola che meglio l'approssima per ottenere il parametro  $a$  che cercavamo.

Per dimostrare che l'accelerazione  $g$  è indipendente dalla massa dell'oggetto ho utilizzato 2 gravi di masse e dimensioni diverse, i dati ottenuti confermano ampiamente questa ipotesi.

In Fig. 2 possiamo osservare lo smorzamento del moto. Ho pensato di aggiungere questa figura non solo per ricordarmi di come il mondo reale sia spesso più imprevedibile e complicato di quello che vediamo e studiamo sui libri ma nonostante tutto di come siano universali i principi primi nella fisica: infatti una ulteriore analisi sulle parabole descritte successivamente dal grave dimostra che l'accelerazione di queste è uguale (in modulo) per tutte.

Questo conferma infine che  $g$  non dipende dall'altezza da cui lasciamo cadere il grave.

Fisica Sperimentale I – prof. Dallera – 2020-2021	
Nome: Filippo	Cognome: Sergenti
Matricola: 954997	Codice Persona: 10743161

## MISURA DEL COEFFICIENTE DI ATTRITO DINAMICO

### Apparato sperimentale e strumentazione utilizzata



**Smartphone** utilizzato come grave sul piano inclinato.

**Microsoft Excel** software utilizzato per analizzare i dati raccolti e disegnarne un grafico.

**Mensola di legno** superficie scabra, lunga esattamente un metro. Un piano lungo e poco inclinato rende l'esperimento più preciso in quanto permette al software di effettuare misurazioni per un intervallo di tempo maggiore.



**PhyPhox** software utilizzato per raccogliere i dati dall'accelerometro dello smartphone durante la sua caduta lungo il piano inclinato. Campionamento effettuato a 1000 Hz (misurazioni ad un intervallo di circa 1 ms).

Su questo [link](#) si può vedere come è stato condotto l'esperimento.

### Grafico dei risultati

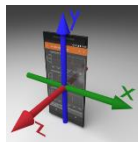
È possibile suddividere il moto del grave in 4 parti:



- 1) **frame 1-71 circa**  
lo smartphone non sta scivolando.
- 2) **frame 91-166 circa**  
lo smartphone scivola lungo il piano.
- 3) **frame 171-181 circa**  
lo smartphone urta il cuscino posto all'estremità del piano inclinato e rimbalza.
- 4) **frame 186-211 circa**  
lo smartphone accelera in direzione antiparallela a quella precedente per poi tornare nel verso iniziale,  
Il modulo dell'accelerazione nella successiva discesa è comparabile alla precedente.

## Descrizione dell'esperimento, dei risultati ottenuti e delle eventuali difficoltà sperimentate

In questo esperimento ho misurato il coefficiente d'attrito dinamico tra un piano inclinato di legno e un cellulare. Ho preso, dunque, una mensola di legno da una libreria, ne ho calcolato i lati formati con il piano orizzontale e verticale e da questi ho ottenuto un angolo di  $23.58^\circ$



Una volta posizionato lo smartphone sul piano ho misurato l'accelerazione tramite il software phyphox. Il sistema di riferimento è posizionato all'interno dello smartphone stesso e come la figura qua a sinistra può mostrare l'asse y e x si riferiscono rispettivamente dal lato maggiore e minore mentre l'asse z è uscente rispetto allo schermo.

La componente y dell'accelerazione prima del moto è costante a  $3.9978 \text{ m/s}^2$ , questa risulta positiva in quanto Pyphox offre la modalità "g inclusa" che sottrae all'accelerazione misurata le componenti di g. (\*)

$$aY = a - g \sin(\alpha) \quad \text{dove} \quad g = -9.81 \text{ m/s}^2$$

Conoscendo questa possiamo ricavare l'angolo del piano inclinato ottenendo  $\alpha = 24.06^\circ$ , risultato coerente con  $\alpha_{\text{misurata}} = 23.58^\circ$  ottenuta conoscendo la lunghezza del piano (1 m) e del cateto minore (0.40 m) con semplice trigonometria ( $\sin \alpha = \frac{\text{cateto opposto}}{\text{ipotenusa}}$ )

Possiamo calcolare la decelerazione dovuta all'attrito con la seguente formula, questa si stabilizza intorno a un valore medio (circa  $2.124 \text{ m/s}^2$ )

$$aY_{\text{decelerazione}} = -\mu_d * g * \cos(\alpha)$$
$$\mu_d = -\frac{aY_{\text{decelerazione}}}{g \cos(\alpha)} = -\frac{2.124 \text{ m/s}^2}{(-9.81 \text{ m/s}^2 * \cos(24.06^\circ))} = 0.2367$$

Le misure chiaramente presentano imprecisioni dal momento che consideriamo solo una delle tre componenti dell'accelerazione. Inoltre il piano non presenta lo stesso coefficiente di attrito in tutti i punti.

Pensavo sarebbe stato interessante confrontare il coefficiente di attrito dinamico ricavato dalla caduta di uno smartphone sia con che senza cover, sfortunatamente la cover aumenta il coefficiente fino ad impedire completamente il moto.

### Tabella dei risultati

(\*) I singoli dati che ho inserito in tabella si riferiscono a 10 cadute del grave dove per ognuna ho studiato il valore medio assunto dall'accelerazione sull'asse y durante la caduta.

Accelerazione su Y (durante la caduta) [m/s <sup>2</sup> ]										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Media
2.085096	2.166753	2.074224	2.092414	2.184812	2.107869	2.118479	2.189314	2.119413	2.1017607	<b>2.124013</b>

#### Nota al lettore:

Ho preferito raccogliere nella tabella solo il valore della accelerazione in quanto era il dato più soggetto a variazioni, determinarlo con una ottima precisione ci permette di individuare un **unico** coefficiente d'attrito.