

Accelerazioni in ascensore

(exp. id 20201217-I-v1)

Un esperimento proposto da

Francesca Sartogo – Liceo Scientifico “Augusto Righi”, Roma, Italy

tradotto¹ dall'inglese a cura di Alessandro Bogdan - Liceo Scientifico “Tullio Levi Civita” (Roma)

Introduzione

Con questa esperienza di laboratorio dedicata alle forze apparenti, ci proponiamo di studiare la fisica dei sistemi di riferimento non inerziali. L'esperimento è una versione riadattata per smartphone di un classico esperimento di meccanica in cui si misura il peso di un corpo in un sistema di riferimento accelerato, come può essere un ascensore che sale o scende. Spesso si ritiene, (erroneamente), che la sensazione di maggiore o minor peso in un ascensore in movimento dipenda dal verso della velocità dell'ascensore: ci si sente più leggeri quando l'ascensore scende, e più pesanti quando sale. L'obiettivo di quest'esperimento è dimostrare che questa convinzione di “fisica del senso comune” è falsa.

Lo studio della correlazione tra peso del corpo e l'accelerazione dell'ascensore offre una visione più approfondita del fenomeno. Questo è possibile utilizzando gli accelerometri presenti nei nostri smartphone. Dell'ascensore si può studiare in particolare il moto e, misurando la velocità, la sua legge oraria.

Materiali

1. Uno smartphone con l'app PHYPHOX installata
2. Una comune bilancia da cucina
3. Una mela, o altri oggetti che si possono pesare con la bilancia
4. Un ascensore

Svolgimento dell'esperimento

Pesare gli oggetti è, ovviamente, il modo più semplice per scoprire se il loro peso varia all'interno di un ascensore in movimento. Per eseguire l'esperimento posiziona un oggetto sul piatto di una comune bilancia da cucina, all'interno di un ascensore. Come negli esperimenti più tipici, una mela si adatta perfettamente a questo scopo. Osservare il peso durante il viaggio nell'ascensore dovrebbe essere sufficiente per comprendere se la grandezza fisica rilevante è l'accelerazione o la velocità, poiché le variazioni di peso si osservano quando l'ascensore inizia a muoversi o quando si accinge a fermarsi, ma non durante il moto, quando si muove con velocità approssimativamente costante.

Anche nella versione più semplice dell'esperimento, si può usare lo smartphone per registrare un video dello schermo della bilancia. Ciò può aiutare nella lettura dei dati, poiché i valori del peso, di solito, variano molto rapidamente. Per una comprensione più profonda della fisica del fenomeno, si può usare lo strumento “accelerazione” dell'app PHYPHOX. Posiziona lo smartphone

¹Lavoro eseguito nell'ambito di un progetto PCTO con la collaborazione di Graziano Surace, Sapienza Università di Roma.

sul pavimento dell'ascensore, e fai partire il comando accelerazione prima che l'ascensore inizi a muoversi. Visualizza i valori delle tre componenti dell'accelerazione, lungo i tre assi x , y , z . Quando l'ascensore si sarà fermato, salva i dati e fai uno *screenshot* dello schermo dello smartphone o, meglio, esporta i dati sotto forma di tabelle per ulteriori analisi. Quindi ripeti la procedura facendo muovere l'ascensore nell'altro verso, in modo tale da raccogliere dati sia in fase di salita che di discesa.

Infine, confronta i valori e l'andamento della componente verticale dell'accelerazione in funzione del tempo, $a_z(t)$, con quelli del peso che ricavi dalla lettura dello schermo della bilancia.

La conoscenza della funzione $a_z(t)$ permette di stimare la velocità dell'ascensore durante il suo moto, e di calcolare la distanza percorsa. Questo è un metodo alternativo per misurare l'altezza di un edificio.

Osservazioni generali

Cerca sempre di stimare correttamente le incertezze di ciascuna misurazione. Riesci ad individuare qualche fonte di errore sistematico? Se sì, riesci a valutarne l'intensità?

Prima di iniziare qualsiasi serie di misurazione, esegui qualche test per allenare la tua capacità di eseguire operazioni senza problemi. Annota le misurazioni in modo ordinato e completo (indicando valori, incertezze e unità di misura). Usa tabelle e grafici in modo appropriato.

Per l'insegnante

(exp. id 20201217-I-v1)

1. Usando PHYPHOX, ci sono due possibilità: raccogliere dati in modalità “Accelerazione (g inclusa)” o “Accelerazione (senza g)”. Questo punto merita di essere discusso con gli studenti. Di solito la modalità “ g inclusa” è più funzionale: la sottrazione del vettore accelerazione gravitazionale richiede l’uso di altri sensori e può introdurre nell’esperimento qualche errore sistematico.
2. Se possibile, suggeriamo di lavorare in coppie, una persona misura l’accelerazione e l’altra registra il video dello schermo della bilancia. Se entrambe le misure sono approssimativamente sincronizzate, è più semplice associare le variazioni di peso con i valori dell’accelerazione.
3. Un modo semplice per trattare i dati è trasferirli su un foglio di calcolo. A livello universitario, sarebbe più appropriato salvare i dati in *file* di testo per essere letti e analizzati con un software opportuno.
4. Si può stimare la velocità dell’ascensore e della lunghezza del percorso effettuato approssimando $a_z(t)$ come una successione di funzioni costanti in un determinato intervallo di tempo. In pratica si esegue un’integrazione numerica di a_z : indicando con l’indice i la i -esima misura dell’accelerazione e del tempo, abbiamo che $v_z(t_{i+1}) = v_z(t_i) + a_z(t_{i+1} - t_i)$. Integrando una seconda volta si ottiene $z(t)$.
5. Dall’analisi dei grafici di $a_z(t)$, $v_z(t)$ e $z(t)$ si ricavano molte proprietà interessanti. Quando l’accelerazione è costante, la velocità cresce linearmente col tempo e si può eseguire una regressione lineare ai dati. Si può quindi confrontare il valore medio dell’accelerazione, supposta costante, nelle fasi di partenza e di arrivo, con quella determinata dalla pendenza della retta che interpola i dati di v_z in funzione del tempo. La retta di regressione si può disegnare in molti modi più o meno complicati. Spetta all’insegnante scegliere il metodo appropriato per la classe. Poiché l’accelerazione può variare rapidamente, e i *file* di dati contengono migliaia di rilevazioni, gli studenti delle scuole secondarie di secondo grado potrebbero limitarsi a stimare l’accelerazione media in ciascuno dei tre regimi (accelerazione iniziale – velocità costante – decelerazione finale) direttamente dagli *screenshots*. Si possono tracciare i grafici inserendo a mano i dati in alcuni software come, ad esempio, Geogebra.

Questo esperimento è stato testato con successo da studenti di scuole secondarie di secondo grado a Roma, durante il periodo di *lockdown*.

Obiettivi, Livello di distribuzione, e Durata

1. Obiettivo primario: destare interesse e familiarizzare con gli esperimenti.
2. Obiettivo primario: sviluppare l’attitudine alla ricerca scientifica.
3. Adatto per: scuola secondaria di secondo grado.
4. Durata: meno di un’ora per l’acquisizione dati, + 2 ore di scrittura dei dati, + scrittura di una breve relazione.

Ulteriori informazioni online

Lasciate opinioni, suggerimenti, commenti e notizie sull’utilizzo di questa risorsa sul canale corrispondente a questo esperimento all’interno dello spazio di lavoro di Slack “smartphysicslab.slack.com”. Gli insegnanti possono chiedere di essere registrati sulla piattaforma attraverso il modulo presente sulla *home page* di smartphysicslab.org e ottenere così l’invito alla registrazione su Slack ed essere inseriti nella *mailing list* di smartphysicslab.