

La pressione atmosferica come funzione dell'altezza

(exp. id 20200916-2-v1)

Un esperimento proposto da
Sara Sidoretti – Liceo Terenzio Mamiani - Roma

Introduzione

Questo esperimento si prefigge di studiare le variazioni della pressione atmosferica in relazione all'altitudine.

La misurazione della pressione si effettua usando il sensore barometrico presente in diversi smartphone.

Grazie all'alta sensibilità di questi sensori, è possibile rilevare variazioni molto piccole della pressione atmosferica.

L'analisi dei dati raccolti in questo esperimento è utile per stimolare la discussione a livelli differenti. In effetti, una prima analisi, più superficiale, suggerisce che la pressione dipende linearmente dall'altezza, in analogia a quanto previsto dalla legge di Stevino. Un'analisi più accurata suggerisce invece che la linearità è una conseguenza del limitato intervallo di altezze in cui si effettuano le misurazioni. Infatti, una relazione matematica più adeguata, che descrive come varia la pressione atmosferica con l'altitudine, è una legge esponenziale. Con i dati a disposizione se ne ricava la costante caratteristica.

Materiali

- Uno smartphone con un sensore di pressione
- Un edificio alto (almeno 5 piani), accesso alle scale
- Un metro a nastro o un righello

Eseguire le misurazioni

Questo esperimento richiede uno smartphone dotato di barometro. Non tutti gli smartphone ne hanno uno, quindi bisogna formare gruppi nei quali almeno uno studente possa effettuare la misurazione della pressione. Il barometro si trova tra i sensori elencati da PHYPHOX. Presta attenzione alle unità in cui il tuo telefono mostra i valori.

Cliccando sul piccolo pulsante triangolare in alto a destra dello schermo (pulsante d'inizio) il sensore comincia a registrare la pressione. Puoi visualizzare i valori numerici oppure un grafico pressione vs. tempo. Scegli la visualizzazione numerica durante l'esperimento.

Per l'esperimento, posiziona lo smartphone sul pianerottolo della scala dell'ultimo piano. Aspetta che il barometro si stabilizzi.

Poiché il sensore ha un'alta sensibilità, le ultime cifre delle misurazioni spesso oscillano in un intervallo di valori. Questo significa che, a causa di fluttuazioni casuali, non conosciamo, effettivamente, il valore della grandezza fisica in questione, con la precisione sufficiente a determinare queste cifre e dobbiamo perciò considerare affidabili solo le cifre stabili del numero visualizzato sullo schermo. Assegniamo a ogni misurazione un'incertezza di 1 unità dell'ultima cifra affidabile. Se possibile, considera le possibilità di ripetere le misurazioni anche con telefoni diversi.

Ripeti la misurazione della pressione su tutti i pianerottoli. Per ogni misura annota la pressione e l'altezza rispetto al suolo. Una stima delle diverse altezze riferite a ogni pressione si ottiene moltiplicando la misurazione dell'altezza di uno scalino per il numero di scalini da un pianerottolo a quello successivo. Una misura più accurata richiede la misurazione dell'altezza di ogni scalino (in questo modo teniamo conto delle piccole differenze di altezza che possono esserci tra i gradini). Possiamo anche misurare un numero relativamente piccolo di gradini (una trentina) scelti a caso, calcolarne il valor medio e usare quest'ultimo per determinare l'altezza di ogni pianerottolo.

Osservazioni generali sull'acquisizione dei dati

Prova sempre a stimare correttamente le incertezze di ogni misurazione. Puoi individuare qualche fonte di errore sistematico? Puoi stimarne l'entità?

Prima di iniziare qualsiasi serie di misurazioni, esegui qualche prova per allenare la tua abilità a svolgere operazioni senza interruzioni.

Annota le misurazioni in modo ordinato e completo (indicando valori, incertezze e unità). Usa tabelle e grafici adeguatamente.

Presta sempre la dovuta attenzione alla misurazione che stai facendo.

Preparare e leggere il grafico _____

Crea un grafico dei valori della *pressione* in funzione dell'*altezza*. Presta attenzione alla scala sugli assi. In un grafico ben fatto, i punti sperimentali sono ben distanziati e uniformemente distribuiti su entrambi gli assi. Sceglie opportunamente i limiti.

È probabile che i dati sembrano distribuirsi in modo abbastanza lineare. Traccia la retta che si adatta meglio ai dati e determinane pendenza e intercetta.

Cerca di capire il significato fisico di questi parametri.

Per l'insegnante

(exp. id 20200916-2-V1)

-
1. Un modo semplice per trattare i dati è registrarli su un foglio di calcolo di Google. A livello universitario, è più opportuno salvarli in *file* di testo, e usare uno script in qualche linguaggio di programmazione (p.e., Python o R) per l'analisi.
 2. Come accennato sopra, è utile discutere in dettaglio diverse ipotesi di descrizione dei dati, da mettere in relazione con un modello fisico.
Il grafico rivela una tendenza lineare decrescente, in analogia con quanto prevede la Legge di Stevino. Un'analisi approfondita, tuttavia, porta alla conseguenza irragionevole di un'altezza critica corrispondente a una pressione nulla, o addirittura negativa. Questa considerazione suggerisce piuttosto una legge esponenziale quale modello corretto. In questa prospettiva la tendenza lineare osservata è dovuta a un problema di scala: le variazioni dell'altezza ragionevolmente raggiungibili sono troppo piccole per osservare chiaramente il decadimento esponenziale. La pendenza della retta non è che la tangente alla funzione esponenziale per piccole altezze.
 3. Si può fare una discussione sul motivo per cui la legge di Stevino funziona bene con i liquidi, ma non con l'atmosfera a grandi distanze.
 4. Questo esperimento è stato provato con successo da insegnanti delle scuole superiori in un corso di formazione presso Sapienza Università di Roma.

Obiettivi, livello di distribuzione, e durata _____

1. Obiettivo primario: Destare interesse nella raccolta e l'analisi di dati sperimentali.
2. Obiettivo primario: Sviluppo di abilità per l'indagine scientifica.
3. Obiettivo primario: Ottenere dati da rappresentare graficamente e interpolarli, senza il bisogno di strumenti matematici avanzati.
4. Adatto a: scuole superiori. Facilmente adattabile a un contesto universitario.
5. Durata: non più di 2 ore per l'acquisizione dei dati, + 1 ora per l'analisi dei dati, + scrittura di un breve rapporto.

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.