

MOTO UNIFORMEMENTE ACCELERATO ALL'EPOCA DEL CORONA VIRUS

Scopo dell'esperienza

Si tratta di cronometrare il tempo necessario ad un oggetto, posto su un piano inclinato, per percorrere spazi di lunghezza variabile. Il moto si svolgerà sotto l'azione della forza peso, della reazione vincolare data dal piano e dall'attrito. Il moto non sarà quello di un corpo puntiforme: si osserverà infatti un rotolamento. Tuttavia la teoria che verrà fornita all'interno del corso di Fisica I dimostrerà come lo spostamento dell'oggetto avverrà ugualmente con accelerazione costante.

Materiale occorrente:

- un corpo che può rotolare, di forma abbastanza regolare da essere assimilabile a una sfera o a un cilindro, cavo o riempito omogeneamente (tipo scatoletta di tonno, evitare accuratamente uova crude);
- un tavolo (inclinabile) lungo almeno un metro circa;
- due supporti della stessa altezza (da 3 a 5 cm; potrebbero essere utilizzati due libri: uso improprio della cultura a fini didattici).

Preparazione dell'apparato sperimentale

Inclinare il tavolo ponendo due oggetti della stessa altezza sotto due gambe del tavolo. L'altezza dei supporti deve essere sufficientemente piccola per osservare un moto relativamente "lento" che consenta di cronometrare i tempi di percorrenza e sufficientemente grande per consentire al corpo di iniziare a muoversi in assenza di spinte iniziali. Per un tavolo lungo circa un metro, possono essere ragionevoli 3-5 cm. Se il corpo messo su un bordo del tavolo non inizia a rotolare da solo allora occorre incrementare l'altezza di un paio di centimetri, non di più.

A questo punto occorre posizionare dei **traguardi lungo la traiettoria del corpo: uno fisso a 30 cm di distanza dal bordo, l'altro a una distanza variabile dal precedente $s = 20, 30, 40, 50, 60$ cm.**

I traguardi possono essere altri oggetti posti sul tavolo (attenzione a non spostarli; se succede vanno rimisurate le distanze) o delle linee segnate su dello scotch (attenzione a non rovinare il piano del tavolo: eventuali danni non verranno risarciti...)

Esecuzione dell'esperienza

UNITA' DI MISURA

In questa esperienza utilizzare per le lunghezze i centimetri

CONSIGLIO: utilizzare il foglio elettronico per fare i calcoli!

Piuttosto che riportare i risultati del calcolo effettuato con una calcolatrice è molto meglio inserire la formula nella cella del foglio. Si evitano errori banali di trascrizione e, soprattutto, cambiando un solo dato vengono automaticamente modificati tutti i risultati che ne fanno uso.

Inizialmente richiederà più tempo ma alla fine si saprà utilizzare uno strumento molto potente.

1) Inclinazione del piano

Inseriti i due supporti misurare:

- l'altezza H, rispetto al pavimento, del bordo del tavolo dal quale sarà lasciato andare il corpo;
- l'altezza h dell'altro bordo del tavolo;
- la lunghezza L del tavolo.

L (cm) =	109
H (cm) =	82,5
h (cm) =	79,1
sin(θ) =	0,0312

L'angolo θ che il piano del tavolo forma rispetto al pavimento è pari a: $\theta = \arcsin \frac{H-h}{L}$

Per piccoli θ , $\sin(\theta) \sim \theta$ se θ è espresso nell'unità naturale: il radiante.

Verificare che state utilizzando i radianti e non i gradi. Meglio capire oggi la differenza che domani durante la stesura di un progetto.

2) Studio del moto

Quando il corpo arriva al primo traguardo va fatto partire il cronometraccio; quando arriva al secondo traguardo si arresta il cronometraccio. Il moto è rapido e quindi le misure saranno molto imprecise. Per questo motivo, per ogni valore di s vanno effettuate 10 misure.

ATTENZIONE: molto spesso si è tentati di far partire il cronometraccio nell'istante in cui si lascia scendere l'oggetto. Questo falserebbe tutte le misure

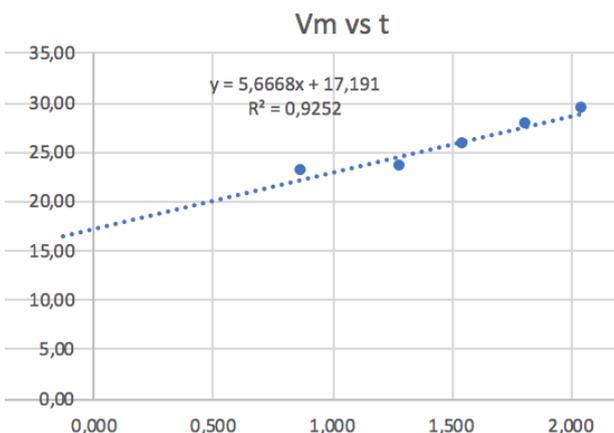
Elaborazione dei dati

Riportare su un foglio di calcolo elettronico una tabella con 5 colonne, una per ogni valore s. In ciascuna colonna inserire le 10 misure del tempo necessario per percorrere la distanza s tra i due traguardi.

Le ultime righe della tabella sono:

- la somma dei 10 tempi,
- la media aritmetica (ottenuta dividendo per 10 la somma precedente. Volendo si può adoperare direttamente la formula che fornisce la media aritmetica: è un foglio di calcolo elettronico)
- la velocità media nel tratto lungo s data dal rapporto $V_m = s/t$.

s (cm) =	20	30	40	50	60
1	0,819	1,382	1,623	1,900	2,231
2	0,891	1,210	1,622	1,811	2,187
3	0,872	1,089	1,607	1,860	2,157
4	0,882	1,165	1,568	1,900	1,906
5	0,989	1,291	1,559	1,786	1,788
6	0,789	1,339	1,587	1,589	2,016
7	0,807	1,261	1,350	1,809	2,142
8	0,848	1,312	1,612	1,974	2,035
9	0,871	1,413	1,556	1,863	2,011
10	0,949	1,383	1,463	1,630	2,035
somma ti	8,717	12,845	15,547	18,122	20,508
t (s) =	0,872	1,285	1,555	1,812	2,051
V_m (cm/s) =	22,94	23,36	25,73	27,59	29,26



A questo punto si fa produrre dal foglio elettronico un grafico V_m vs t: si dovrebbe riconoscere un andamento lineare anche se i dati non saranno perfettamente allineati data la difficoltà:

- nel cronometrare i tempi di percorrenza della distanza fra i traguardi
- nel lasciare andare l'oggetto senza imprimergli una velocità iniziale
- nel far percorrere una traiettoria sufficientemente rettilinea e quasi parallela al lato lungo del tavolo.

Far riportare sul grafico l'equazione della retta e il coefficiente di correlazione R^2 . R^2 indica quanto sono correlati linearmente i punti: $R^2 = 1$ corrisponde a una retta perfetta, $R^2 = 0$ significa che non c'è nessuna relazione lineare fra ascissa e ordinata.

Teoria

Perché dobbiamo osservare un andamento lineare? Come detto, il moto è un moto rettilineo uniformemente accelerato quindi $v(t) = v_0 + a t$. Nel nostro caso, facendo partire il cronometraggio al passaggio per il primo traguardo, v_0 rappresenta la velocità con la quale l'oggetto arriva a quel primo traguardo.

Fissiamo quindi l'origine della coordinata s nel primo traguardo: $s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ con $s_0 = 0$.

La funzione è quadratica; per linearizzarla è sufficiente dividere per t : $s/t = v_0 + \frac{1}{2} a t$.

Essendo s/t la velocità media, si ha:

$$V_m(t) = v_0 + \frac{1}{2} a t$$

cioè una retta in funzione del tempo con intercetta $q = v_0$ e pendenza $p = \frac{1}{2} a$.

Evidenziare sul foglio di calcolo i valori di v_0 e a .

Risultati attesi

1) Linearità della relazione

L'imprecisione delle misure non permetterà di evidenziare chiaramente una relazione lineare fra V_m e t : il coefficiente di correlazione R^2 potrà essere anche pari a 0,9.

Verificata la linearità, elaborare con LabCalc le 5 coppie di valori (t , V_m) per calcolare pendenza e intercetta con le loro incertezze e unità di misura

2) Valore dell'accelerazione

Se il corpo fosse puntiforme scenderebbe lungo il piano con accelerazione $g \sin(\theta)$. Dato che invece è esteso e che rotola, l'accelerazione sarà inferiore.

Il rapporto ρ : $\rho = \frac{a}{g \sin(\theta)}$ fra l'accelerazione misurata e quella attesa per un corpo puntiforme è il prodotto di due contributi:

- il primo è un **fattore di forma** (**2/3 se il corpo è un cilindro omogeneo, 1/2 se è un cilindro cavo, 5/7 se è una sfera piena, 3/5 se è una sfera cava...** si tratta di fattori legati al *momento d'inerzia*, grandezza meccanica che verrà illustrata nel corso di Fisica I);
- il secondo è un fattore dovuto alla non perfezione della forma del corpo che rotola per cui il moto non è fluido per la presenza di diversi fenomeni dissipativi (micro urti): l'accelerazione può essere anche dimezzata rispetto a quanto atteso in base al solo fattore di forma.

TRASMISSIONE DELLA RELAZIONE

Ogni componente del gruppo è responsabile delle misure che ha effettuato e della loro elaborazione. Tutti i componenti del gruppo sono responsabili del confronto finale e della non segnalazione di eventuali sbagli grossolani commessi da altri componenti del gruppo (se si nota qualcosa di evidentemente sbagliato va evidenziato anche se non se ne capisce la ragione!!!).

IN QUESTO CORSO NON IMPORTA LA BONTA' DEL RISULTATO OTTENUTO MA LA QUALITA' DEL PROCEDIMENTO SVOLTO

Nelle comunicazioni indicare come oggetto del messaggio **LabFisSpe-X** con X = numero identificativo del gruppo.

Se il messaggio non è relativo alla consegna dell'elaborato ma a una domanda/dubbio l'oggetto deve essere: **LabFisSpe-X (dubbio)**; risponderò quanto più rapidamente possibile a questo tipo di messaggi.

Attenersi **scrupolosamente** a queste istruzioni in merito alla trasmissione del materiale: un componente del gruppo invii a me e agli altri componenti del gruppo un messaggio, senza allegati, in cui sono riportati facendo **attenzione alle unità di misura e alle cifre decimali**:

COMPONENTE ...

- oggetto utilizzato (sfera/cilindro pieno/cavo),
dimensioni approssimative
fattore di forma FF atteso
- $\sin(\theta) =$ con 4 cifre decimali
- $\theta =$ in radianti con 4 cifre decimali
(non esprimerlo in funzione di π perché ha infinite cifre decimali)
- $\theta =$ in gradi con 2 cifre decimali

- pendenza V_m vs t misurata con LabCalc
- deviazione standard misurata con LabCalc

- velocità iniziale v_0 in cm/s con 2 cifre decimali
- accelerazione a in cm/s^2 con 2 cifre decimali
- R^2 con 2 cifre decimali
- rapporto rho: $\rho = \frac{a}{g \sin(\theta)}$ con 3 cifre decimali
(se $\rho > 1$ riguardare il procedimento per individuare lo sbaglio)
- scarto relativo s : $s = \frac{\rho - FF}{FF}$ in % con 2 cifre decimali.

COMPONENTE ...

- oggetto utilizzato (sfera/cilindro pieno/cavo),
dimensioni approssimative
fattore di forma FF atteso
- $\sin(\theta) =$ con 4 cifre decimali
- $\theta =$ in radianti con 4 cifre decimali

...

COMPONENTE ...

- oggetto utilizzato (sfera/cilindro pieno/cavo),
dimensioni approssimative
fattore di forma FF atteso
- $\sin(\theta) =$ con 4 cifre decimali
- $\theta =$ in radianti con 4 cifre decimali

...

COMMENTI FINALI:

- il componente del gruppo che ha ottenuto il miglior accordo col fattore di forma atteso è ...

- FACOLTATIVO: il componente del gruppo che ha ottenuto la misura più precisa del tempo necessario per percorrere la distanza pari a 80 cm è ...