

PROGETTO ASL LAB2GO – Liceo Nomentano A.S. 2018 - 2019
Esperienza di laboratorio

Verifica II legge di Newton

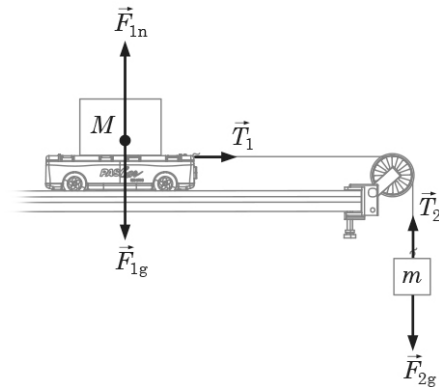
Scopo.

Determinazione sperimentale della relazione tra massa, accelerazione, e forza applicata alla massa.

Introduzione:

Spesso, forze diverse agiscono simultaneamente su un oggetto. In questi casi, è importante ricavare la forza risultante di tutte le forze in azione. La prima legge del moto di Newton afferma che se la risultante delle forze è nulla, la velocità dell'oggetto rimane invariata. Se la velocità non cambia, l'oggetto non sta accelerando. La seconda legge di Newton riguarda il caso di una forza risultante non nulla che agisce su un oggetto e l'oggetto accelera. Si considererà un semplice sistema per cercare una relazione tra forza risultante, massa e accelerazione. I componenti del sistema sono mostrati nello schema. Il sistema consiste in un carrello attaccato tramite un filo a una massa in caduta.

La massa in caduta applica la forza di gravità al filo che viene poi trasmessa attraverso la tensione del filo al carrello. Sebbene la forza di gravità sul carrello (\vec{F}_{1g}) sia neutralizzata dalla normale forza della pista \vec{F}_{1n} , la forza applicata dalla massa in caduta \vec{F}_{2g} non ha forza equilibrante (supponendo che le forze di attrito nelle ruote del carrello siano zero), determinando una forza risultante non nulla che agisce sul carrello nella direzione del filo. In questa esperienza si indagherà di come questa forza e la massa del sistema siano correlate all'accelerazione del sistema.



EQUAZIONE FONDAMENTALE

$$\vec{a}_{Media} = m \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (1)$$

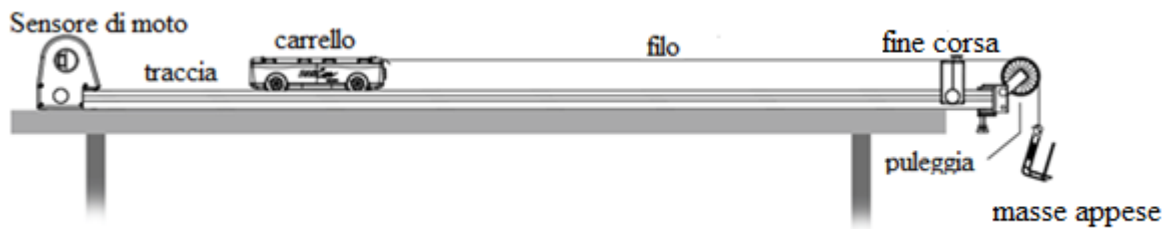
Questa equazione afferma che l'accelerazione media di un oggetto è uguale alla variazione della velocità dell'oggetto divisa per il tempo trascorso Δt . Se l'oggetto subisce un'accelerazione costante (simile all'accelerazione dalla gravità), la pendenza lineare del grafico velocità – tempo dell'oggetto sarà uguale all'accelerazione dell'oggetto.

Materiali e Strumenti

- Sistema di raccolta dati (Powerlink, computer)
- 1 Sensore di moto Pasco
- 2 Guide a basso attrito Pasco da 0,5 m
- 1 Carrello Pasco
- 2 Fine corsa
- PASCO Super Puleggia con morsetto Pasco
- 2 Masse aggiuntive da 250g
- Set di masse da 50g
- Filo
- Bilancia elettronica con risoluzione di 0,1g.

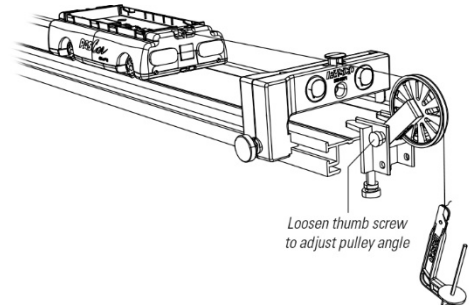
Metodo di Misura:
Parte I - Forza costante, massa variabile

1. Disporre l'attrezzatura come mostrato nello schema:



2. Assicurarsi che la pista sia a livello e montare il fine corsa sulla pista proprio di fronte alla puleggia.
4. Determinare la lunghezza del filo necessario per posizionare il porta pesi vicino al pavimento quando il carrello raggiunge la fine corsa della traccia. Un'estremità del filo dovrebbe essere legata al gancio sul lato anteriore del carrello e l'altra legata al porta pesi.
5. Regolare l'angolo della puleggia in modo che la filettatura sia parallela alla traccia, come nella foto.

NOTA: l'angolo della puleggia può essere regolato allentando le viti a testa zigrinata che lo fissano al morsetto. Una volta regolato all'angolazione corretta, stringere le viti a testa zigrinata. Con la puleggia all'angolazione corretta, il filo può essere attraversare la fessura sulla parte superiore del fine corsa per evitare lo sfregamento.



6. Fissare un sensore di movimento sull'estremità opposta della traccia alla puleggia con la parte anteriore del sensore di movimento rivolta verso la lunghezza della traccia.
7. Appendere il porta pesi da 25 g, per una massa totale sospesa di 25 g.
8. Collegare i sensori di movimento al sistema di raccolta dati, quindi posizionare l'interruttore sulla parte superiore del sensore di movimento sull'icona del carrello.
9. Sul sistema di raccolta dati, si crei una visualizzazione grafica della velocità in funzione del tempo, quindi regolare la frequenza di campionamento su 25 Hz.
10. Si misuri la massa del carrello e si registri il valore chilogrammi nella tabella n. 1.
11. Nella Tabella n. 1, si registri la massa totale del Sistema (massa del carrello + massa appesa)
11. Tirare il carrello lontano dal fermo di fine corsa, verso il sensore di movimento, fino a quando il porta pesi si blocca appena sotto la puleggia. (Si ricordi che il carrello non dev'essere a meno di circa 15 cm dal sensore)
12. Si inizi la registrazione dei dati. Sui attenda circa due secondi e quindi rilasciare il carrello. Dovrebbe muoversi senza problemi lungo la pista.
13. Quando il carrello raggiunge la fine corsa, si interrompa la registrazione dei dati. Si Usino gli strumenti del sistema di raccolta dati per determinare l'accelerazione del sistema dopo che è stato rilasciato. Si visualizzi il grafico Velocità – tempo, si faccia l'interpolazione lineare dei dati della velocità solo quando il sistema era in movimento. La pendenza della retta migliore è uguale all'accelerazione del sistema. Si registri l'accelerazione nella Tabella 1.
14. Si aggiunga una massa di 50 g sul carrello. Si Registri la massa totale del sistema nella Tabella 1 e quindi si segua la stessa procedura per calcolare una seconda accelerazione da riportare nella tabella 1.

15. Si ripetano le stesse fasi di raccolta dei dati per altre 4 volte, aggiungendo ogni volta una massa di 50 g sul carrello in ciascuna prova. Si Registri la massa totale del sistema per ogni prova nella Tabella 1.
16. Si usino gli strumenti del sistema di raccolta dati per determinare l'accelerazione del sistema dopo che è stato rilasciato in ogni prova: Si visualizzi il grafico Velocità – tempo, si faccia l'interpolazione lineare dei dati della velocità solo quando il sistema era in movimento. La pendenza della retta migliore è uguale all'accelerazione del sistema. Si registrino le accelerazioni nella Tabella 1 per ogni prova.

Tabella n. 1: Accelerazione del Sistema con massa variabile e forza risultante costante

Massa del carrello: **(0,255 + 0,001) kg**

N. prove	Massa totale del sistema (kg)	Accelerazione del sistema (m/s^2)
1	(0,280 ± 0,001)	(0,828 ± 0,018)
2	(0,330 ± 0,002)	(0,661 ± 0,0080)
3	(0,380 ± 0,003)	(0,590 ± 0,019)
4	(0,430 ± 0,004)	(0,485 ± 0,017)
5	(0,480 ± 0,005)	(0,436 ± 0,0069)
6	(0,530 ± 0,006)	(0,275 ± 0,0011)

Parte n. 2 – Sistema con Massa costante, forza risultante variabile

1. Usa la stessa configurazione della Parte 1: si appenda il porta pesi di massa 25 g al filo; si posizionino le due masse da 250 g sul carrello e le 5 masse aggiuntive da 50 g sul carrello fino a una massa totale compreso il carrello di circa 1005 g. Si registri tale valore sulla tabella n. 2
2. Nella Tabella 2, registrare il valore della massa sospesa la prova n. 1.
3. Si porti il carrello dal fine corsa verso il sensore di movimento, fino a quando il porta pesi si ferma appena sotto la puleggia.
4. Iniziare a registrare i dati. Attendere alcuni secondi, quindi rilasciare il carrello.
5. Quando il carrello raggiunge la fine corsa, interrompere la registrazione dei dati.
6. Si renda una massa di 50 g dal carrello e si aggiunga al porta - pesi per un totale di 75 g di massa sospesa. Questa tecnica mantiene costante la massa totale del sistema.
7. Nella Tabella 2, registra il valore della massa sospesa per la prova n. 2.
8. Si porti il carrello dall'estremità fino a quando il porta pesi si ferma appena sotto la puleggia, quindi registrare un'altra serie di dati mentre si rilascia il carrello.
9. Si ripetano le stesse fasi di raccolta dei dati per altre 4 volte, rimuovendo ogni volta 50 g di massa dal carrello e aggiungendola al porta - pesi. Registrare la massa sospesa in ogni prova nella Tabella 2.
10. Usa gli strumenti sul tuo sistema di raccolta dati per determinare l'accelerazione del sistema dopo che è stato rilasciato in ogni prova. Registra questi dati nella Tabella 2.

Tabella n. 2: Accelerazione di un sistema con forza risultante variabile e massa costante.
 Massa del sistema $M_{Tot} = (1,030 \pm 0,008)kg$

N. prove	Massa Appese (kg)	Accelerazione del sistema (m/s^2)
1	0,025	(0,163 \pm 0,002)
2	0,075	(0,629 \pm 0,007)
3	0,125	(0,104 \pm 0,002)
4	0,175	(1,62 \pm 0,03)
5	0,225	(2,11 \pm 0,03)
6	0,275	(2,72 \pm 0,02)

Analisi dei Dati

Parte I - Forza costante, massa variabile

1. Linearizzare l'accelerazione del sistema rispetto alla massa totale del sistema, cioè creare con Excel la tabella 1.2 riportando in due colonne i valori dell'accelerazione e della massa e nella terza e il reciproco della massa del sistema ($1 / \text{Massa totale}$) per ciascun valore della massa del sistema nella Tabella 1. Si registrino i valori nella tabella 1.2.

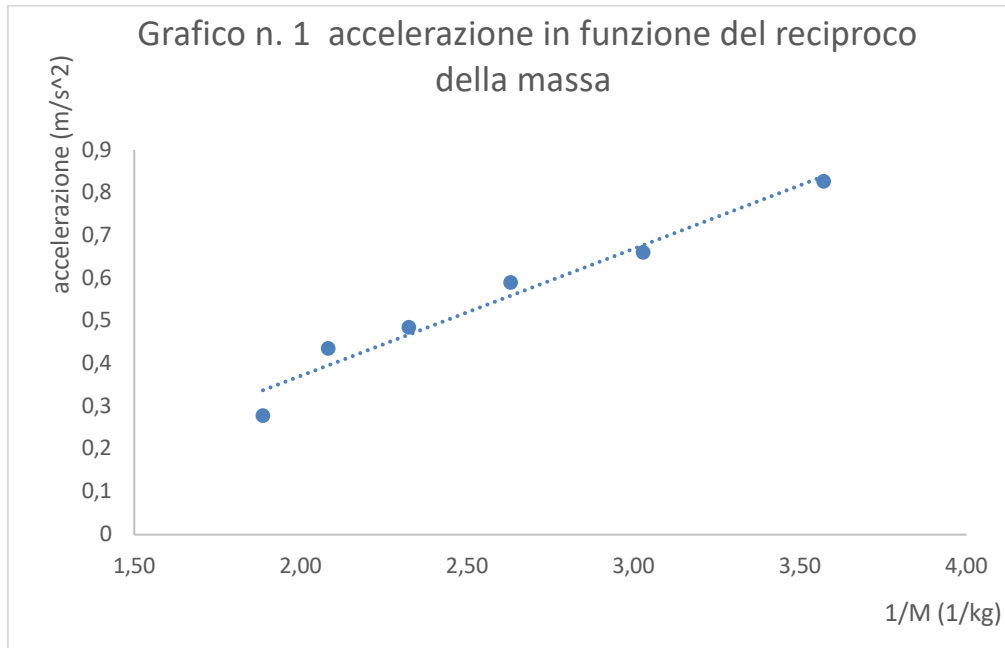
Tabella n. 1.2

N. prove	Massa totale del sistema (kg)	Accelerazione del sistema (m/s^2)	1 / Massa (kg^{-1})
1	(0,280 \pm 0,001)	(0,828 \pm 0,018)	(3,57 \pm 0,01)
2	(0,330 \pm 0,002)	(0,661 \pm 0,0080)	(3,03 \pm 0,02)
3	(0,380 \pm 0,003)	(0,590 \pm 0,019)	(2,63 \pm 0,02)
4	(0,430 \pm 0,004)	(0,485 \pm 0,017)	(2,38 \pm 0,02)
5	(0,480 \pm 0,005)	(0,436 \pm 0,0069)	(2,08 \pm 0,02)
6	(0,530 \pm 0,006)	(0,275 \pm 0,0011)	(1,89 \pm 0,02)

Dove si sono calcolate le incertezze su $1/M$ con le regole della propagazione delle incertezze:

$$\Delta\left(\frac{1}{M}\right) = \frac{1}{M^2} \Delta M$$

2. Riporta in un grafico con l'aiuto di Excel l'accelerazione in funzione di $1/M$ (**grafico n.1**) dell'accelerazione e visualizza traccia la retta di best fit. Con Excel calcola tramite la funzione regressione lineare la pendenza e il coefficiente di correlazione.



4. Confronta con il valore con quello della forza risultante. Si calcoli con Excel attraverso lo strumento regressione lineare la pendenza della retta e l'incertezza ad essa associata e il coefficiente di correlazione $r^2 = 0,963361$.

Si ottiene per la pendenza il valore $F = (0,30 \pm 0,03)N$ che è anche la forza agente sul sistema

La massa appesa è $(0,025 \pm 0,001)kg$ e quindi la forza peso è $P = (0,25 \pm 0,01)N$

L'errore percentuale tra la forza peso della massa agganciata e quella calcolata dalla pendenza della retta è *differenza percentuale* $= \frac{(0,30-0,25) \cdot 100}{0,25} = 20\%$.

Parte n. 2 – Sistema con Massa costante, forza risultante variabile

1. Calcola la grandezza della forza risultante $|F_{\text{net}}|$ che agisce sul sistema in ciascuna prova:

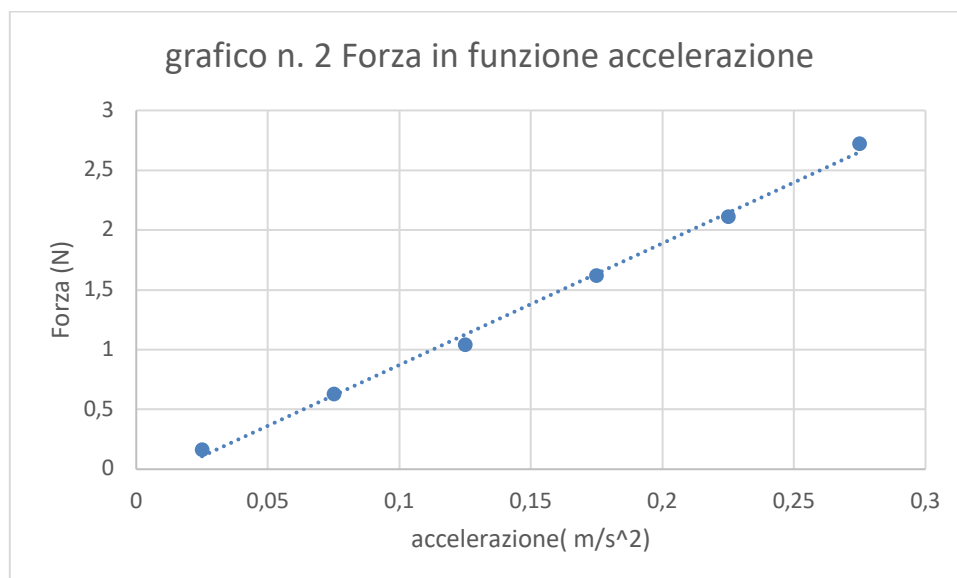
$$|F_{\text{net}}| = mg$$

dove m è la quantità di massa sospesa in ogni prova e g è la costante gravitazionale terrestre ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$). Registra i risultati nella Tabella 2.2.

Tabella n. 2.2: Accelerazione di un sistema con forza risultante variabile e massa costante.

N. prove	Massa Appese (kg)	Forza Risultante (N)	Accelerazione del sistema (m/s^2)
1	0,025	$(0,25 \pm 0,08)$	$(0,163 \pm 0,002)$
2	0,075	$(0,74 \pm 0,08)$	$(0,629 \pm 0,007)$
3	0,125	$(1,23 \pm 0,08)$	$(0,104 \pm 0,002)$
4	0,175	$(1,72 \pm 0,08)$	$(1,62 \pm 0,03)$
5	0,225	$(2,21 \pm 0,08)$	$(2,11 \pm 0,03)$
6	0,275	$(2,70 \pm 0,08)$	$(2,72 \pm 0,02)$

5. Costruire un grafico dell'accelerazione del sistema rispetto alla forza risultante con Excel



5. Calcolare con lo strumento regressione lineare di Excel la pendenza della retta K, ovvero la massa del sistema, e l'errore ad essa associato e il coefficiente di correlazione si ottiene:

$$K = (0,96 \pm 0,03)kg \quad e \quad r^2 = 0,996386$$

6. Confrontare il valore della massa così trovato con quella del sistema e trovare l'errore percentuale

$$\text{Si ottiene: } \text{differenza percentuale} = \frac{(1,030 - 0,96)}{1,030} 100 = 6,8\%$$