

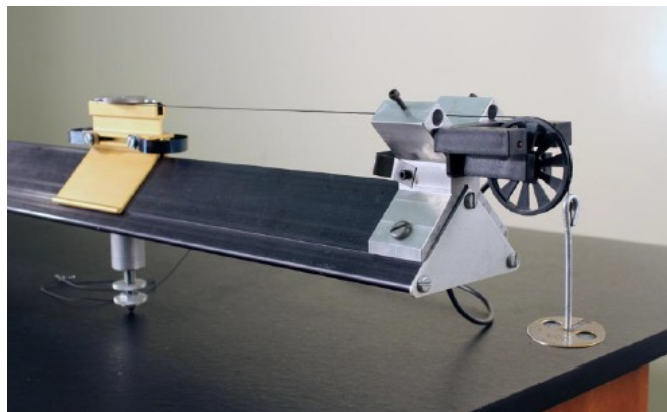


SECONDA LEGGE DI NEWTON

PROGETTO ASL LAB2GO – Liceo Nomentano A.S. 2017 - 2018

Scopo.

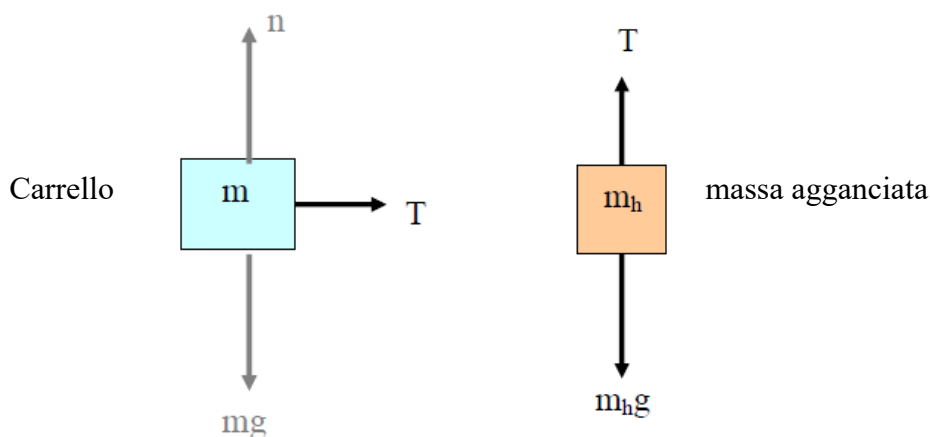
- Esaminare sperimentalmente la relazione tra la forza, massa e accelerazione.
- Determinare la massa della slitta analizzando il grafico forza accelerazione e verifica della misura. Quanto è vicino il risultato ottenuto?
- Acquisire competenze nell'uso dei sistemi di analisi del moto.



Introduzione.

In questo laboratorio, si esaminerà il moto di due oggetti connessi da un filo: un carrello su una rotaia ad attrito trascurabile e una massa agganciata verticalmente all'estremità del filo. In questo esperimento si userà la seconda legge di Newton per capire il moto del sistema. In particolare, si determinerà l'accelerazione del sistema e si userà l'informazione per determinare la massa incognita del carrello.

Di seguito sono mostrati i diagrammi del corpo libero per il carrello e la massa sospesa (il peso e la forza normale sul carrello hanno risultante nulla).



Poiché il carrello e la massa agganciata sono connessi, assumeranno la stessa velocità e la stessa accelerazione finché la corda sarà tesa. Ciò suggerisce di considerarli come un unico oggetto di massa:

$m_{\text{carr.}} + m_{\text{agg}}$. Per fare ciò useremo un asse x che curva verso il basso: per il carrello è orizzontale verso destra e per la massa agganciata verticale verso il basso. (vedi figura 2)

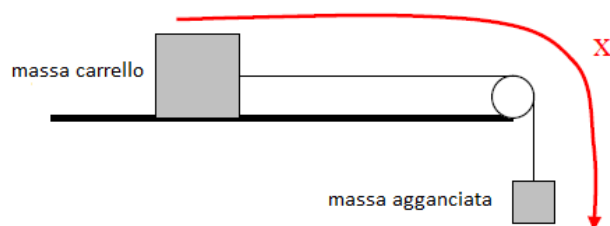


Figura n. 2

La risultante delle forze agenti sul sistema è la forza peso agganciata (magg.). La tensione T del filo è una forza interna ed è pertanto una forza che si esercita da un parte all'altra del sistema, e dunque si elide e nessuna forza risultante si esercita sul sistema (la tensione T sul carrello va verso destra, la tensione sulla massa agganciata va verso l'alto). Così, la seconda legge di Newton per questo Sistema diventa:

$$F_{\text{risult.}} = m_{\text{agg.}} g = (m + m_{\text{agg.}}) a \quad (1)$$

L'accelerazione si può calcolare dalla pendenza della retta del grafico $\Delta x/t$ in funzione del tempo t :

$$\Delta x/t = v_0 + (1/2)at \quad (2)$$

Si ricordi l'equazione del moto uniformemente accelerato:

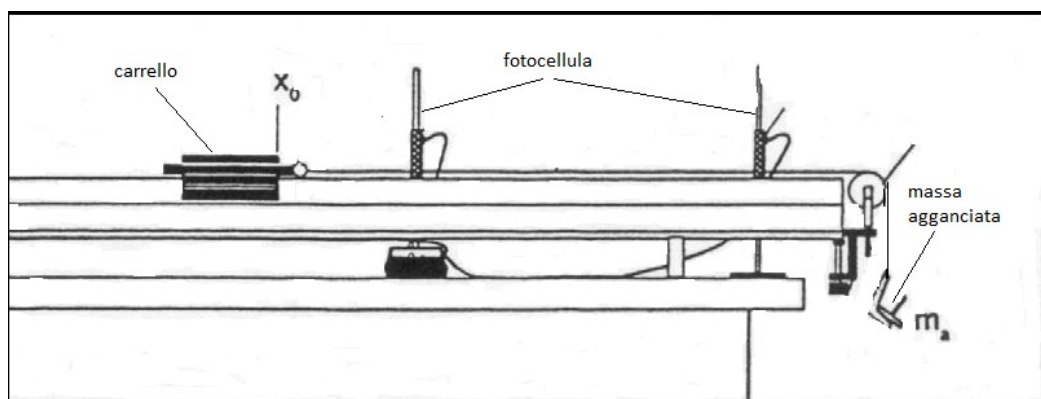
$$\Delta x = v_0 t + (1/2)at^2 \quad (3)$$

Dividendo per t si ottiene la (2)

Materiali e strumenti.

Rotaia a cuscino d'aria, 2 fotocellule ad infrarossi, timer digitale, puleggia, masse, carrello metallico, compressore d'aria, filo di cotone, cavetti di collegamento, due alimentatori, elettrocalamita.

Metodo di misura.





1. Impostiamo la rotaia come mostrato in Figura 1. Mettere in piano la rotaia ruotando gli appositi piedini. Il carrello posto sulla rotaia non dovrebbe accelerare in nessuna direzione.
2. Si agganci il filo al carrello e lo si faccia passare nella gola della puleggia e vi si appenda il gancio.
3. Aggiungere masse fino a 50-60 grammi al carrello usando masse da circa 10 g. Assicurarsi che le masse siano distribuite simmetricamente sul carrello. Determinare la massa aggiunta al carrello e riportare il valore nella tabella 1. (Ricordarsi di comprendere la massa del gancio)
4. Porre una massa di 15 grammi sul gancio. Riportare la massa totale (gancio più masse m_{agg}) come m_{agg} .
5. Porre le fotocellule a una distanza nota Δx e riportare il valore sulla tabella 1. Accertarsi che la prima fotocellula conservi la stessa posizione durante tutta l'attività.
8. Far partire il carrello da fermo e misurare con il timer (impostato in ms) il tempo di attraversamento del carrello tra le due barriere ottiche. Premere il pulsante RESET per una nuova misura. Ripetere la misura almeno tre volte e riportare il valore medio sulla tabella 1.
9. Variare la massa agganciata m_{agg} , spostando le masse dal carrello al gancio (così la massa accelerata rimane $m + m_{agg}$ costante). Registriamo la massa aggiunta al carrello e ripetiamo dal punto (8). Si cerchi di ripetere per almeno quattro valori delle masse m_{agg} . Riportare i valori nelle tabelle n.2, n.3, n.4.

Tabella n. 1

$m_{agg} = (15 \pm 0,1) \text{ g}$			
N. prove	Δx (cm)	T_{medio} (ms)	$\Delta x/t$ (cm/ms)
1	20,5	307	0,07
2	41	534	0,08
3	60,7	706	0,09
4	71	780	0,09

**Tabella n. 2**

$m_{agg} = (22,4 \pm 0,1) \text{ g}$			
N. prove	Δx (cm)	t (ms)	$\Delta x/t$ (cm/ms)
1	20,5	259	0,08
2	41	435	0,09
3	60,7	576	0,11
4	71	644	0,11

Tabella n. 3

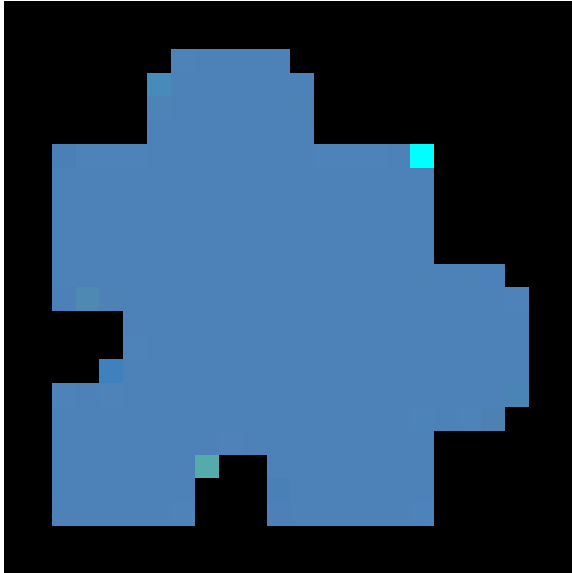
$m_{agg.} = (29,9 \pm 0,1) \text{ g}$			
N. prove	Δx (cm)	t (ms)	$\Delta x/t$ (cm/ms)
1	20,5	224	0,09
2	41	377	0,11
3	60,7	502	0,12
4	71	558	0,13

Tabella n. 4

$m_{agg.} = (37,3 \pm 0,1) \text{ g}$			
N. prove	Δx (cm)	t (ms)	$\Delta x/t$ (cm/ms)
1	20,5	201	0,10
2	41	339	0,12
3	60,7	448	0,14
4	71	500	0,14

Analisi ed elaborazione dati.

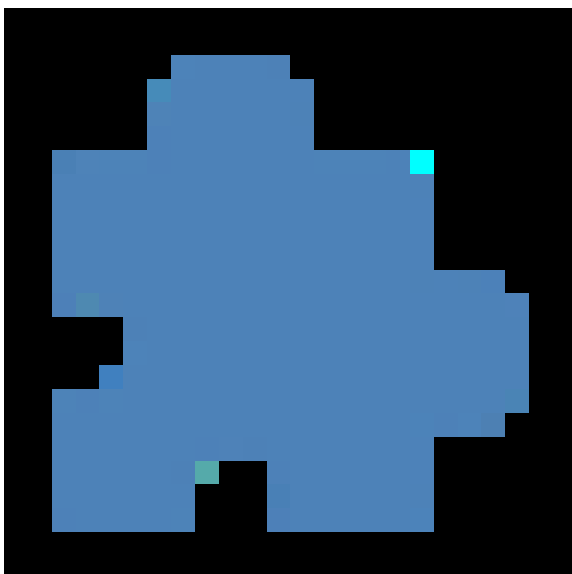
10. Per l'analisi dei dati si può utilizzare il foglio elettronico Excel.
11. Si faccia con i dati della tabella n. 1 un grafico riportando in ordinate il valore $\Delta x / t_{\text{medio}}$ e in ascisse t_{medio} . Si calcoli la pendenza K_1 della retta che è uguale alla metà dell'accelerazione $K_1 = (1/2)a_1$.



Con $K_2 = (5,0 \pm 0,3) \times 10^{-5} \frac{\text{cm}}{\text{ms}^2} = (0,5 \pm 0,03) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ da cui l'accelerazione:

$$a_2 = 2K_2 = (1,00 \pm 0,06) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

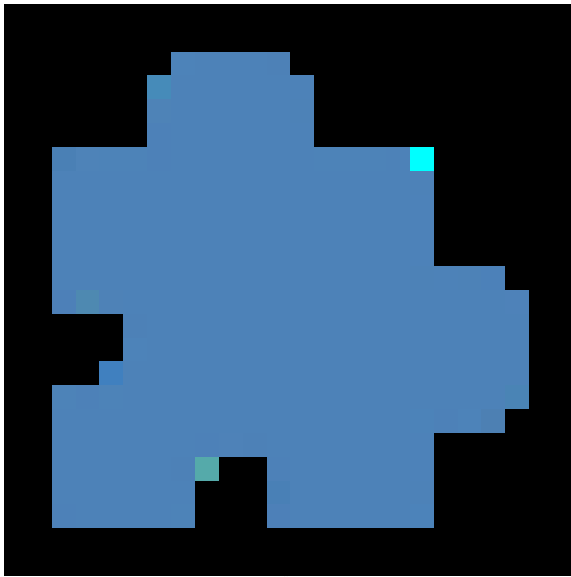
12. Si ripeta quanto detto nel punto 12 creando 3 grafici rispettivamente dalle tabelle n.2, n.3, n.4 e calcolando per ognuno la pendenza K_2, K_3, K_4 , e poi il valore dell'accelerazione corrispondente.





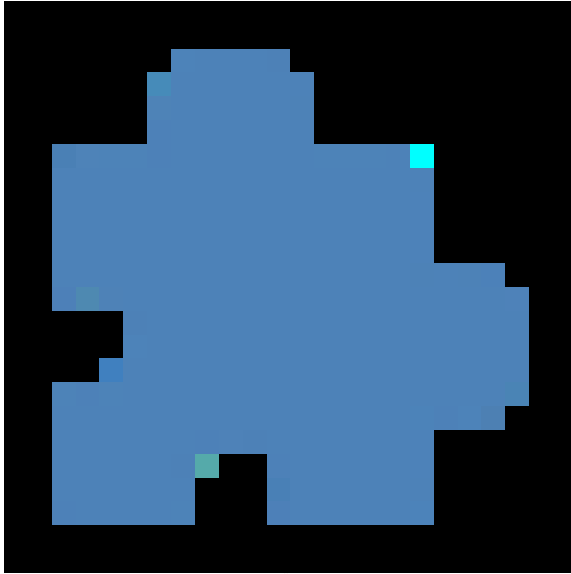
Con $K_2 = (8,1 \pm 0,2) \times 10^{-5} \frac{cm}{ms^2} = (0,81 \pm 0,02) \frac{m}{s^2}$ da cui l'accelerazione:

$$a_2 = 2K_2 = (1,62 \pm 0,04) \frac{m}{s^2}$$



Con $K_3 = (10,6 \pm 0,2) \times 10^{-5} \frac{cm}{ms^2} = (1,06 \pm 0,02) \frac{m}{s^2}$ da cui l'accelerazione:

$$a_3 = 2K_3 = (2,12 \pm 0,04) \frac{m}{s^2}$$



Con $K_4 = (13,4 \pm 0,2) \times 10^{-5} \frac{cm}{ms^2} = (1,34 \pm 0,02) \frac{m}{s^2}$ da cui l'accelerazione:

$$a_4 = 2 K_4 = (2,68 \pm 0,04) \frac{m}{s^2}$$

13. Con le accelerazioni trovate si riportino i valori nella tabella n.4 insieme alla masse agganciate e poi la forza.

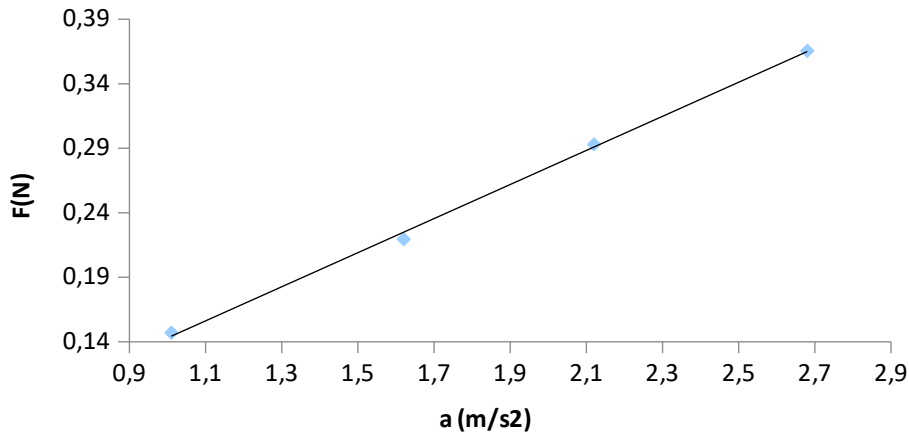
Tabella n.5

m (g)	F(N)	a(cm/ ms ²)	a (m/s ²)
15	0,147	0,000101	1,01
22,4	0,21952	0,000162	1,62
29,9	0,29302	0,000212	2,12
37,3	0,36554	0,000268	2,68

14. Si riporti in un grafico in ascisse le accelerazioni e in ordinate le forze di gravità e poi si calcoli il coefficiente angolare che è la massa del sistema.



grafico n.5



15. Si determini la massa del carrello dal grafico. Si sottragga alla massa del sistema la massa totale agganciata e si ottiene la massa del carrello:

$$\text{Massa del sistema} = (0,132 \pm 0,004) \text{ kg}$$

$$\text{Massa carrello: } m_c = (132 - 37,3) \text{ g} = (95 \pm 4) \text{ g}$$

dove $\Delta m_c = \Delta m_{\text{sistema}} + \Delta m_{\text{carrello}}$.

Massa carrello misurata _____ g

Differenza % _____