

Moto ad accelerazione costante

MISURAZIONE DELLA VELOCITÀ ISTANTANEA IN FUNZIONE DEL TRATTO PERCORSO

- Analisi di movimenti ad accelerazione uniforme in funzione della massa in accelerazione.
- Analisi di movimenti ad accelerazione uniforme in funzione della massa accelerata.

UE1030250

10/16 MEC

BASI GENERALI

Con un'accelerazione costante, la velocità v e il tratto percorso s in un tempo t aumentano. Pertanto quanto maggiore è il tratto percorso, tanto maggiore sarà la velocità.

Allo scadere del tempo t , la velocità istantanea è pari a

$$v(t) = a \cdot t \quad (1)$$

e il tratto percorso a

$$s(t) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \quad (2)$$

Pertanto si ha

$$v(s) = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} \quad (3a)$$

e

$$v^2(s) = 2 \cdot a \cdot s \quad (3b)$$

Questa correlazione viene sfruttata nell'esperimento per determinare l'accelerazione costante a di un carrello su una rotaia delle pulegge. Il carrello di massa m_2 viene accelerato in maniera uniforme perché il peso costante

$$F = m_1 \cdot g \quad (4)$$

lo tira con $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

mediante un filo deviato.

Va tuttavia considerato anche l'attrito del carrello sulla rotaia delle pulegge. La forza di attrito

$$F_{\text{fr}} = \mu \cdot m_2 \cdot g \quad (5)$$

è proporzionale al peso del carrello e in buona approssimazione costante.

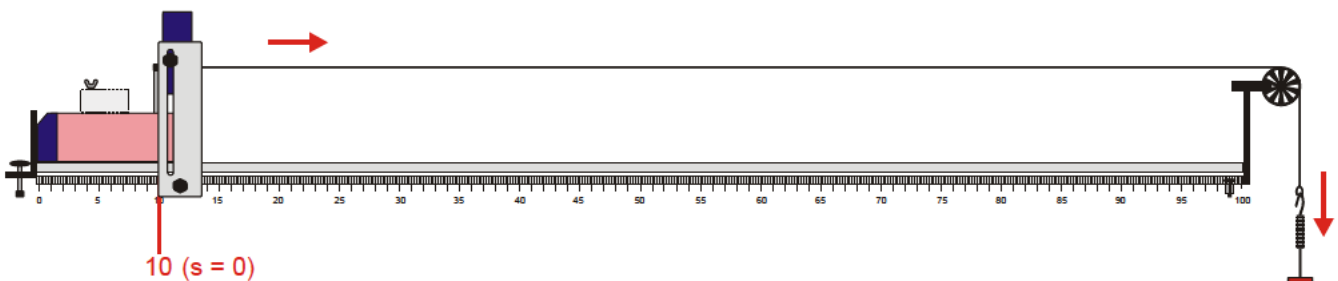


Fig. 1: Posizione di partenza del carrello sulla rotaia delle pulegge

A rigore di termini, anche la massa m_1 viene accelerata. Rispetto a m_2 , essa è tuttavia trascurabile. Complessivamente si ha quindi

$$F - F_{fr} = m_2 \cdot a \tag{6}$$

o

$$a = \left(\frac{m_1}{m_2} - \mu \right) \cdot g \tag{7}$$

Per misurare la velocità istantanea

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \tag{8}$$

nell'esperimento si utilizza un interruttore, fissato al carrello e di larghezza nota Δs , che ha la funzione di interrompere la barriera di un fototraguardo. Il tempo di interruzione Δt viene misurato con un contatore digitale.

ELENCO DEGLI STRUMENTI

- 1 rotaia delle pulegge 1003318 (U35000)
- 1 set di pesi a fessura 1003227 (U30031)
- 1 corda per esperimenti 1001055 (U8724980)
- 1 fototraguardo 1000563 (U11365)
- 1 contatore digitale (230V) 1001033 (U8533341-230)

Oppure

- 1 contatore digitale (115V) 1001032 (U8533341-115)
- 1 coppia cavi di sicurezza 1002849 (U13812)

STRUTTURA

- Eseguire la disposizione sperimentale secondo Fig. 1.
- Disporre la rotaia delle pulegge in senso orizzontale e fissarvi presso l'estremità destra una ruota a raggi come rullo di rinvio.
- Utilizzare il carrello senza magneti, ma con 4 supporti magnetici.
- Montare l'interruttore lungo con diametro $\Delta s = 9$ mm sul carrello e posizionare quest'ultimo all'inizio della rotaia.

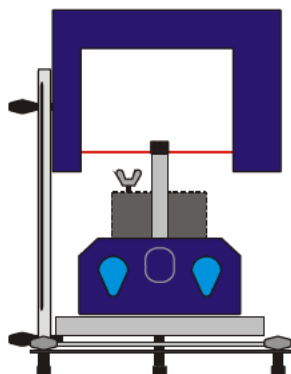


Fig. 2 Allineamento del foto traguardo

- Fissare il fototraguardo per mezzo del supporto presso la tacca dei 10 cm sulla scala della rotaia e regolarlo in altezza in modo che il raggio luminoso possa essere interrotto unicamente dall'interruttore e non dalla vite ad alette del peso supplementare non appena il carrello inizia a muoversi, v. Fig. 2.
- Collegare il fototraguardo con la presa "A" del contatore digitale.
- Sul contatore digitale, collegare le prese "OUT START" (gialla) e "IN STOP" (rossa) utilizzando il cavo per esperimenti.
- Impostare il selettore su Δt_{AB} (0,0 ms).
- Posizionare l'interruttore sul carrello in modo tale che il fototraguardo non venga interrotto.
- Collocare il peso supplementare davanti al carrello così da evitarne il movimento in avanti.
- Tagliare la corda per esperimenti a una lunghezza pari a 130 cm, fissarne un'estremità all'interruttore e portare l'altra oltre il rullo di rinvio, agganciando il piatto del set di pesi a fessura.
- Verificare che la corda per esperimenti corra orizzontale dal carrello fino al rullo di rinvio.

ESECUZIONE

- Spostare il fototraguardo alla tacca dei 20 cm ($s = 10$ cm).
- Rilasciare il carrello e lasciarlo passare attraverso il fototraguardo.
- Rilevare il tempo di interruzione Δt e annotarlo nella tabella 1.
- Spostare il fototraguardo alla tacca dei 30 cm ($s = 20$ cm).
- Far partire il carrello dall'inizio della rotaia e misurare il tempo di interruzione Δt .
- Spostando il fototraguardo, ingrandire il percorso s a passi da 10 cm e ripetere le misurazioni.
- Durante questo procedimento, assicurarsi che la massa in accelerazione non tocchi il pavimento prima dell'interruzione del fototraguardo.

Variazione della massa in accelerazione m_1 :

- Mettere sul piatto il peso a fessura da 10 g per aumentare la massa in accelerazione e portarla a $m_1 = 20$ g.
- Ripetere tutta la sequenza di misurazione e annotare i valori nella tabella 1.

Variazione della massa accelerata m_2 :

- Montare sul carrello il peso supplementare da 500 g per aumentare la massa accelerata e portarla a $m_2 = 1000$ g.
- Ripetere la sequenza di misurazione incrementando m_1 fino a 40 g e annotare i valori nella tabella 2.

ESEMPIO DI MISURAZIONE

Tab. 1: $m_2 = 500$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 20$ g $\Delta t / ms$
10	52,4	34,0
20	38,1	25,0
30	31,4	20,6
40	27,6	17,6
50	24,4	16,3
60	22,3	14,4
70	20,9	13,8

Tab. 2: $m_2 = 1.000$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 20$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 30$ g $\Delta t / ms$	$m_1 = 40$ g $\Delta t / ms$
10	89,8	54,5	40,4	35,4
20	68,9	39,5	29,3	25,6
30	55,1	31,9	24,4	20,9
40	46,4	27,9	21,2	17,9
50	40,0	24,3	18,3	16,5
60	35,9	21,8	16,6	15,2
70	34,6	21,1	16,0	14,2

ANALISI

- Calcolare $v^2 = \left(\frac{9mm}{\Delta t}\right)^2$ ogni volta, registrare i valori nelle tabelle 3 e 4 e rappresentare i risultati sotto forma di punti in un diagramma v^2 -s.

Tab. 3: $m_2 = 500$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 20$ g $v^2 / m^2/s^2$
10	0,030	0,070
20	0,056	0,130
30	0,082	0,191
40	0,106	0,261
50	0,136	0,305
60	0,163	0,391
70	0,185	0,425

Tab. 4: $m_2 = 1.000$ g

s / cm	$m_1 = 10$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 20$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 30$ g $v^2 / m^2/s^2$	$m_1 = 40$ g $v^2 / m^2/s^2$
10	0,010	0,027	0,050	0,065
20	0,017	0,052	0,094	0,124
30	0,027	0,080	0,136	0,185
40	0,038	0,104	0,180	0,253
50	0,051	0,137	0,242	0,298
60	0,063	0,170	0,294	0,351
70	0,068	0,182	0,316	0,402

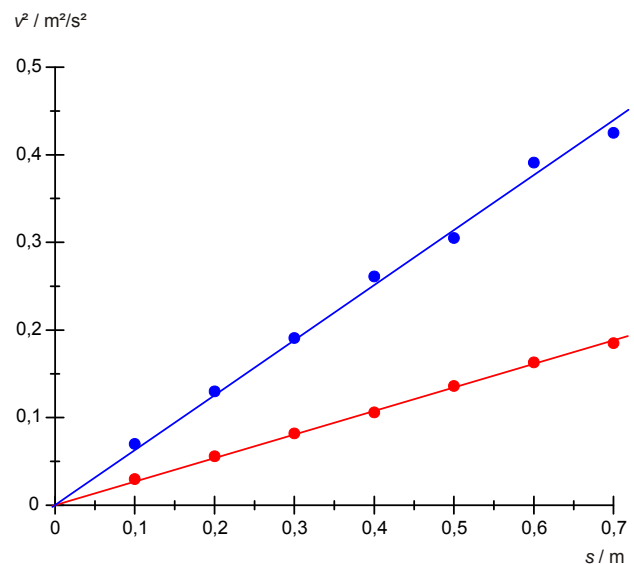


Fig. 3 Diagramma v^2 - s per $m_2 = 500$ g. $m_1 = 10$ g (●), 20 g (●)

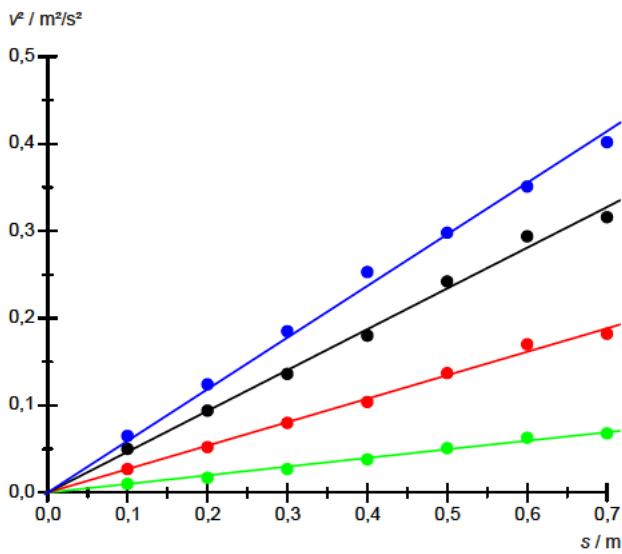


Fig. 4 Diagramma v^2 - s per $m_2 = 1000$ g. $m_1 = 10$ g (●), 20 g (●), 30 g (●), 40 g (●)

- Adattare le rette di origine delle Figg. 3 e 4 ai punti di misurazione.
- Calcolare le accelerazioni a partendo dalla pendenza delle rette di origine e registrare i valori nella tabella 5.
- Rappresentare inoltre i valori in un diagramma e adattare la retta in base all'equazione (7).

Tab. 5: Valori di accelerazione a rilevati a partire dalla pendenza delle rette nelle Figg. 3 e 4

m_1 / g	m_2 / g	m_1/m_2	$a / m/s^2$
10	500	0,02	0,134
20	500	0,04	0,314
10	1000	0,01	0,049
20	1000	0,02	0,135
30	1000	0,03	0,234
40	1000	0,04	0,296

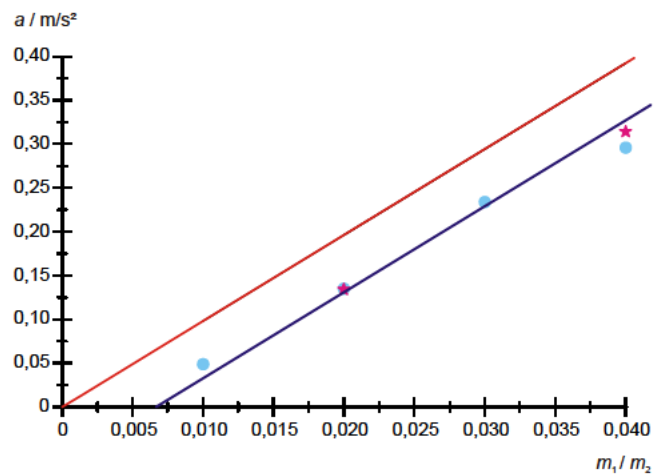


Fig. 5 Accelerazione a in funzione del rapporto di massa m_1/m_2 . $a = m_1/m_2 * g$ (—), $a = (m_1/m_2 - \mu) * g$ (—), $m_2 = 500$ g (★), 1000 g (●)

La Fig. 5 mostra la dipendenza dell'accelerazione dal rapporto di massa m_1/m_2 . I valori misurati si trovano in buona approssimazione sulla retta calcolata secondo l'equazione (7) con $\mu = 0,0069$.

RISULTATO

Con un'accelerazione costante, il quadrato della velocità istantanea cresce in maniera proporzionale rispetto al tratto percorso. Per una valutazione quantitativa, occorre considerare anche l'attrito che, a velocità ridotte, risulta essere in buona approssimazione costante e proporzionale al peso del carrello.