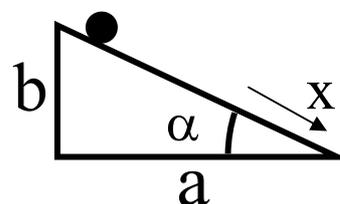


# Piano Inclinato

**SCOPO:** studio del moto uniformemente accelerato in un piano inclinato.

## RELAZIONE:

- 1.1) Scrivere l'equazione del moto  $x(t)$  di un punto materiale che si muove su un piano inclinato di alzo  $\alpha$  in presenza di attrito dinamico di coefficiente  $\mu_d$  con velocità e posizione iniziale generiche.
- 1.2) Scrivere  $x(t)$ ,  $v(t)$ ,  $a(t)$  sia in salita che in discesa.
- 1.3) Scrivere la relazione fra la variazione di energia cinetica in due punti della traiettoria e il lavoro della forza di attrito.
- 1.4) Nel caso di attrito trascurabile, scrivere l'energia meccanica  $E_{MECC}(t)$ .



## IMPOSTAZIONI

Inclinare leggermente la guida affinché il carrello, lasciato libero, scenda ma non troppo rapidamente (scegliere  $b$  di circa 4 cm). Impostare il sensore “Temporizzazione fototrapiguardo” con “Lunghezza dell’oggetto” pari a 4,5 mm e “Distanza fra Photogate” variabile a seconda delle necessità (solo per la raccolta dati 2). Sotto il menu “Imposta” potete selezionare:

“Tempo in porta” (non utile)

“Velocità in porta” (fornisce le misure della velocità ai due passaggi per i fototrapiuardi)

“Tempo tra porte” (misura il tempo necessario per andare da un fototrapiuardo all’altro”

“Velocità fra porte” (misura la velocità media tra i due fototrapiuardi )

I dati vengono visualizzati nella tabella e aggiornati ad ogni “Avvia”. Considerare per i tempi (espressi in secondi) e velocità (espressi in m/s) le 3 cifre dopo la virgola.

La massa del carrello è di 0.5 kg (con incertezza trascurabile).

**N.B. In tutti i grafici: assumere su pendenza e intercetta un’incertezza pari al 10% dei valore ottenuto.**

## RACCOLTA DATI 1: posizione in funzione del tempo

0) Misurare  $a, b$ .

1) Posizionare un fototrapiuardo verso l’inizio della guida (così che il carrello percorra circa 10 cm prima di incontrare il primo fototrapiuardo) e l’altro a distanza  $s$  variabile (8 misure equidistanti).

2) Misurare attentamente la distanza  $d$  fra il primo fototrapiuardo e la posizione iniziale del carrello che non deve variare durante questa serie di misure.

3) Per ogni valore di  $s$  misurare il “Tempo fra porte”  $t$ .

## RELAZIONE

2.1) Riportare  $a, b, d$  assumendo un’ incertezza pari alla divisione minima del metro moltiplicata per 0.29.

2.2) Riportare il seno e l’ampiezza in gradi dell’angolo di inclinazione (con incertezza);

2.3) Riportare in una tabella  $s, t$  ed  $s/t$  con le loro incertezze. Assumere come incertezza per i tempi 1.2 ms.

2.3) Fare un grafico di  $s/t$  in funzione di  $t$ ; poi tracciare la “miglior retta” e ricavarne graficamente i parametri (pendenza ed intercetta).

2.4) Dare un significato fisico alla pendenza  $p$  e dell’intercetta  $q$ .

2.5) Dalle misure effettuare, ricavare il valore della velocità iniziale (cioè la velocità al primo fototrapiuardo), dell’accelerazione del carrello e della accelerazione di gravità.

2.6) Confrontare il valore ottenuto per l’accelerazione di gravità nel punto 2.5 con  $g=9.81 \text{ m/s}^2$ .

**RACCOLTA DATI 2:** studio delle velocità e dell'energia meccanica.

- 1) Posizionare un fototraguardo verso fine guida e l'altro ad una distanza  $c$  di circa 30 cm.
- 2) Lasciare andare il carrello da diverse quote (8) registrando ogni volta le velocità  $V1$  e  $V2$  all'attraversamento dei fototraguardi.

**RELAZIONE**

- 3.0) Riportare la distanza  $c$  e la differenza fra le quote  $h$  fra i fototraguardi (con incertezza).
- 3.1) Riportare in una tabella  $V1$ ,  $V2$ ,  $V1^2$ ,  $V2^2$  con le relative incertezze (assumere per le misure dirette di velocità l'incertezza del 5% del valore misurato).
- 3.2) Fare un grafico di  $V2^2$  in funzione di  $V1^2$ ; poi tracciare la "miglior retta" e ricavarne graficamente i parametri (pendenza ed intercetta).
- 3.3) Dare un significato fisico alla pendenza  $p$  e dell'intercetta  $q$  trascurando l'effetto dell'attrito.
- 3.4) Confrontare i valori ottenuti di  $p$  e  $q$  con quelli aspettati.

**RACCOLTA DATI 3:** misura della forza di attrito.

METODO: si propone di misurare la forza di attrito in due modi alternativi per confrontare poi i risultati ottenuti.

0) Misurare la posizione e velocità del carrello con il sonar.

- 1) Lanciare il carrello verso l'alto (lato sonar) ed acquisire contemporaneamente posizione e velocità.

**ATTENZIONE: il sonar non rivela bene distanze "troppo" piccole (più piccole di ...?). Prima di cominciare le misure stimare la distanza minima da sonar per cui le misure sono significative.**

METODO 1)

- 2) Visualizzare contemporaneamente posizione e velocità in funzione del tempo (il grafico della posizione "sembra" una parabola ma ...)
- 3) Utilizzando il programma di acquisizione, interpolare linearmente le velocità durante la salita e durante la discesa (le pendenze sono diverse). Dalle due pendenze ricavare l'accelerazione in salita  $a_s$  ed in discesa  $a_d$  e farne la differenza per ricavare la forza di attrito. Ripetere la misura per 10 volte, facendo ripartire il carrello.

METODO 2)

- 4) Nel programma di acquisizione, visualizzare posizione del carrello e la sua velocità in una tabella (una colonna per la posizione ed una per la velocità) e ripetere il lancio del carrello. Identificare la posizione di arresto del carrello (velocità nulla!!).
- 5) Scegliere un punto a caso nel percorso del carrello e misurare la velocità nei due passaggi consecutivi e lo spazio  $s$  percorso fra un punto e l'altro.
- 6) Ricavare il lavoro della forza di attrito dalla differenza delle energie cinetiche nei due passaggi. Dal lavoro della forza di attrito e da  $s$  calcolare il modulo della forza di attrito. Ripetere la misura 10 volte, facendo ripartire il carrello.

**RELAZIONE**

- 5.1) Riportare in una tabella i 10 valori di  $a_s$ ,  $a_d$ , presi al punto 3).
- 5.2) Riportare una misura di  $a_s$ ,  $a_d$ , della loro somma e della loro differenza (con incertezza!!).
- 5.3) Dare un significato fisico alla somma ed alla differenza di  $a_s$  ed  $a_d$ .
- 5.4) Ricavare una misura del  $\sin(\alpha)$  e confrontarla con quella del punto 2.2.
- 5.5) Ricavare una misura della forza di attrito dai valori di  $a_s$  ed  $a_d$ .
- 5.6) Riportare in una tabella i 10 valori delle due velocità e dello spazio  $s$ , misurati nel punto 5).
- 5.7) Riportare in una tabella i 10 valori della forza di attrito, ricavato nel punto 6).
- 5.8) Riportare una misura della forza di attrito dai valori del punto 5.7 (con incertezza!!).
- 5.9) Confrontare le misure della forza di attrito ricavate nei punti 5.5 e 5.8.