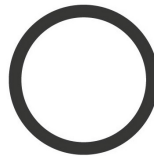




**PHYSICS.
OLYMPIAD.CH**

PHYSIK-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE PHYSIQUE
OLIMPIADI DELLA FISICA



**SCIENCE.
OLYMPIAD.CH**

WISSENSCHAFTS-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE LA SCIENCE
OLIMPIADI DELLA SCIENZA

Esperimento

Attrito e corde

Durata: 150 minuti

Autore: Markus Meier

Idea: Olimpiadi Asiatiche di Fisica 2012

L'esercizio è stato svolto alle Olimpiadi della Fisica il 25/26 marzo 2017 ad Aarau.

1. Introduzione

In questo esperimento studiamo il fenomeno dell'attrito tra una corda e una sbarra. Al contrario dell'attrito tra due corpi, in questo caso la forza è applicata a entrambe le estremità della corda. La differenza tra queste due forze può anche essere sostanziale. Questo si può usare ad esempio come ancoraggio di una nave con una corda ad un paletto.

È a disposizione il seguente materiale

- Corda
- 2 dinamometri (scala: 0 – 3 N e 0 – 10 N)
Attenzione: La scala posizione a riposo dei dinamometri deve essere calibrata a 0 N a seconda dell'utilizzo (perpendicolare verso l'alto o verso il basso, oppure orizzontale) con l'aiuto della vite di regolazione.

- Materiale di supporto Supporto da tavolo
 Sbarra di supporto
 Guaina

Sbarra di supporto per la misurazione dell'attrito

- Carta millimetrata
- Bollitore, recipiente per acqua (con acqua), bilancia
- Pesi
- 1 barretta di cioccolato (27 g)
- tovaglioli di carta

Note generali

- Tutte le misurazioni e i calcoli devono essere documentati in maniera comprensibile. Ciò significa che tutte le dimensioni misurate devono essere annotate in tabelle chiare, tutti i valori nei calcoli devono essere ben visibili, tutti i calcoli devono essere chiari. Le cifre significative sono da considerare.
- Tutte le dimensioni devono essere rappresentate nel SI di misura.
- I grafici devono essere completi delle corrette denominazioni.
- A disposizione oltre ai fogli quadrettati c'è anche carta millimetrata per diagrammi e grafici.
- Per angoli più grandi di 2π c'è da prestare attenzione al fatto che gli avvolgimenti della corda siano uno accanto all'altro e che non si tocchino né si sovrappongano.
- La sbarra usata per la misurazione dell'attrito non è da toccare nella zona in cui verrà avvolta la corda (sporcarla con il grasso della pelle cambia il coefficiente di attrito). Le aste sono state precedentemente pulite. Inoltre la corda dovrebbe essere toccata unicamente alle estremità.
- Posiziona la corda sulla sbarra sempre nello stesso posto, per quanto possibile.

2. Descrizione dell'esperimento

Legge di Eulero-Eytelwein

Una corda S scorre su una sbarra St con angolo di scorrimento φ (vedi Fig. 1). Per mantenere la massa di carico M in equilibrio, è necessaria una forza F applicata all'altra estremità della corda. A causa della forza d'attrito tra la corda S e la sbarra St , la forza F necessaria è inferiore alla forza peso della massa M , ed è data dalla seguente relazione:

$$F = F_M \cdot e^{-\mu\varphi}$$

con F_M Forza peso del carico
 F Forza di traino applicata
 φ Angolo d'avvolgimento (in radianti)
 μ Coefficiente d'attrito
e Numero di Eulero

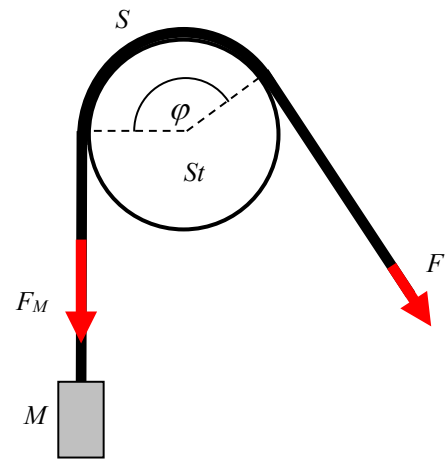


Fig. 1

3. Esercizi

Esercizio 1: Determinazione delle forze e del coefficiente d'attrito con massimo attrito statico

Bisogna determinare le forze tra la corda e la sbarra con massimo attrito statico per diverse masse di carico. L'angolo di avvolgimento deve rimanere costante $\varphi = \pi$. A questo scopo si aumenta la forza applicata F fino a quando la corda comincia a scorrere sulla sbarra. La massa di carico è fissata a un'estremità della corda. La forza applicata viene generata come segue: un recipiente d'acqua viene fissato all'altra estremità. Nel recipiente viene versata lentamente dell'acqua fino a quando la corda non comincia a muoversi, e la massa di carico comincia a muoversi verso l'alto. La massa del recipiente con l'acqua determina la forza di traino applicata con attrito statico. **Attenzione:** per evitare che il recipiente tocchi la massa di carico, il recipiente deve essere più in basso della massa all'inizio della misurazione. La corda deve sempre rimanere asciutta!

- Esegui la misurazione con un angolo di avvolgimento $\varphi = \pi$ con 8 diverse masse di carico tra 0 g e 160 g. Per ogni massa di carico la misurazione va ripetuta almeno tre volte per poter calcolare il valore medio.
- Per ognuna delle 8 masse di carico usa i valori calcolati in (a) per determinare il coefficiente di attrito statico μ_{statico} tra la corda e la sbarra. Calcola poi il valore medio per μ_{statico} .

Esercizio 2: Determinazione delle forze e del coefficiente d'attrito con attrito dinamico

Utilizza adesso una nuova corda. Useremo ancora un angolo di avvolgimento costante $\varphi = \pi$. Per determinare le forze di attrito dinamiche useremo due metodi diversi avvalendoci di dinamometri. Nel primo metodo la massa di carico viene tirata verso l'alto, mentre nel secondo metodo la massa viene calata verso il basso. Per il primo metodo – vedi (a) – si aumenta la forza applicata tirando lentamente il dinamometro fino a quando la corda comincia a muoversi a contatto con la sbarra. Bisogna quindi continuare a tirare con velocità costante e leggere il valore sul dinamometro. Nel secondo metodo – vedi (b) – si usa il dinamometro per diminuire la forza applicata fino a quando la corda comincia a muoversi rispetto alla sbarra. Bisogna quindi continuare il movimento con velocità costante per leggere il valore dal dinamometro.

- (a) Esegui la misurazione della forza di traino applicata per alzare la massa di carico per 8 diverse masse tra 0 e 160 g tenendo costante l'angolo di avvolgimento $\varphi = \pi$. Per ogni massa di carico misura almeno tre valori e calcola il valore medio.
- (b) Esegui la misurazione della forza di traino applicata facendo abbassare la massa di carico per 8 diversi valori tra 0 e 160 g tenendo costante l'angolo di avvolgimento $\varphi = \pi$ (usa le stesse masse del punto (a)). Per ogni massa di carico misura almeno tre valori e calcola il valore medio.
- (c) Rappresenta graficamente tutti i valori (medi) ottenuti in (a) e (b) in funzione della forza di carico. I valori sono da disegnare nello stesso grafico come due serie di dati.
- (d) Prepara una tabella in cui per ogni forza di carico venga mostrato il rapporto tra la forza di traino applicata e la forza di carico, sia per il punto (a) che (b). Che relazione c'è tra questi due rapporti? Per ogni forza di carico calcola il coefficiente di attrito dinamico μ_{dinamico} tra corda e sbarra utilizzando tutti e due i valori misurati nei punti (a) e (b). Determina il valore medio dei singoli coefficienti μ_{dinamico} .

Esercizio 3: Determinazione delle forze con attrito dinamico in funzione dell'angolo di avvolgimento e del coefficiente di attrito dinamico

In questa parte studiamo la dipendenza delle forze dall'angolo di avvolgimento (solo quando la massa viene sollevata). Le forze vengono misurate con il dinamometro. In questo esercizio usa sempre soltanto la massa di 55 g.

- (a) Determina la forza di traino applicata per almeno 6 angoli di avvolgimento tra $\varphi = 0$ e $\varphi = 8\pi$. Per ogni angolo misura la forza almeno cinque volte.
- (b) Per ogni angolo di avvolgimento determina il valore medio così come la deviazione standard (scarto quadratico medio) per le forze di traino misurate.
- (c) Controlla la validità della legge di Eulero-Eytelwein con un grafico appropriato. Spiega il metodo che hai scelto!
- (d) Riporta le barre di errore per tutte le quantità rilevanti nel tuo diagramma.
- (e) Determina il coefficiente di attrito dinamico tra corda e sbarra μ_{dinamico} dal grafico in (c). Stima l'errore del coefficiente di attrito dinamico nella maniera appropriata. Documenta l'analisi.
- (f) Compara μ_{dinamico} ottenuto nel punto 3 (e) con quello dell'esercizio 2 (d) e calcola l'errore relativo del valore dall'esercizio 2 (d) con quello da 3 (e).