

Parallelogramma delle forze

ANALISI SPERIMENTALE DELLA SOMMA VETTORIALE DELLE FORZE

- Analisi grafica dell'equilibrio di tre forze singole qualsiasi.
- Analisi analitica dell'equilibrio in caso di allineamento simmetrico di F_1 e F_2 .

UE1020300

05/15 JS

BASI GENERALI

Le forze sono vettori, cioè si sommano tra loro secondo le regole della somma vettoriale. Ai fini della somma - interpretata graficamente - il punto iniziale del secondo vettore viene disposto in corrispondenza del punto finale del primo vettore. La freccia tracciata dal punto iniziale del primo vettore al punto finale del secondo vettore rappresenta il vettore risultato. Se i due vettori sono interpretati come i lati di un parallelogramma, il vettore risultato è la diagonale (vedere fig. 1).

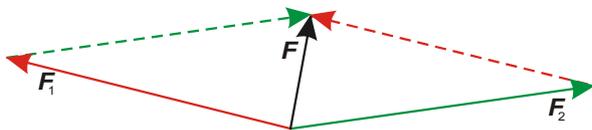


Fig. 1: Somma vettoriale di forze (parallelogramma delle forze)

Sulla tavola delle forze è possibile verificare in modo semplice e chiaro la somma vettoriale delle forze. A tale scopo il punto di applicazione di tre forze singole in equilibrio tra loro si trova esattamente nel centro. I valori delle singole forze vengono determinati in base alle masse sospese e la loro direzione viene letta come angolo sulla scala angolare.

In caso di equilibrio delle forze la somma delle forze singole è

$$\mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 + \mathbf{F}_3 = 0 \quad (1)$$

La forza $-\mathbf{F}_3$ è quindi la somma delle forze singole \mathbf{F}_1 und \mathbf{F}_2 (vedere fig. 2)

$$-\mathbf{F}_3 = \mathbf{F} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 \quad (2)$$

Per la componente del vettore parallela alla somma \mathbf{F} vale

$$-F_3 = F = F_1 \cdot \cos\alpha_1 + F_2 \cdot \cos\alpha_2 \quad (3)$$

e per la componente perpendicolare ad essa

$$0 = F_1 \cdot \sin\alpha_1 + F_2 \cdot \sin\alpha_2 \quad (4)$$

Le equazioni (3) e (4) descrivono la somma vettoriale in modo analitico. Per la verifica sperimentale è opportuno collocare la forza \mathbf{F}_3 sull'angolo 0.

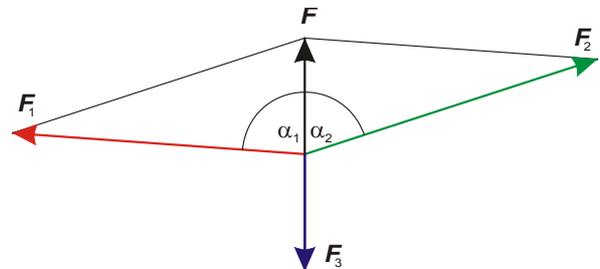


Fig. 2: Determinazione della somma vettoriale di due forze \mathbf{F}_1 e \mathbf{F}_2 a partire dalla forza \mathbf{F}_3 che mantiene l'equilibrio

In alternativa all'interpretazione analitica, l'equilibrio delle forze può anche essere analizzato graficamente. A tale scopo inizialmente tutte le tre forze vengono disegnate a partire dal punto di applicazione centrale con il loro valore e il loro angolo. In seguito le forze \mathbf{F}_2 e \mathbf{F}_3 vengono spostate parallelamente, finché il relativo punto iniziale non si trova in corrispondenza della fine del vettore precedente. Come risultato è previsto il vettore risultato 0 (vedere fig. 3). Nell'esperimento ciò viene riprodotto per tre forze singole qualsiasi in equilibrio tra loro.

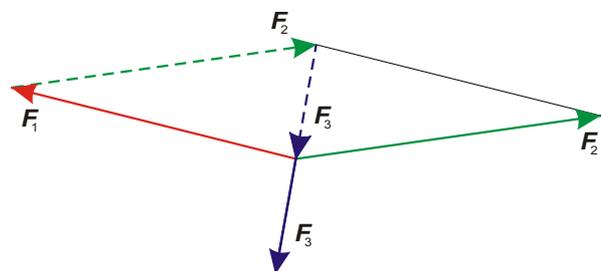


Fig. 3: Analisi grafica dell'equilibrio di tre forze singole allineate in modo qualsiasi

L'interpretazione analitica nell'esperimento è limitata al caso speciale, in cui le due forze \mathbf{F}_1 e \mathbf{F}_2 sono simmetriche rispetto a \mathbf{F}_3 .

ELENCO DEGLI STRUMENTI

- 1 Tavola delle forze 1000694 (U52004)

MONTAGGIO



Fig. 4: Disposizione per la misurazione

- Disporre la tavola delle forze su una superficie piana.
- Bloccare le pulegge dei tre bracci delle forze a 60°, 180° e 300°.
- Appendere le corde con fermi di fissaggio sull'anello bianco, guidarle attorno a una puleggia e caricarle con un set completo di pesi a fessura.
- Verificare che l'anello bianco sia allineato simmetrico rispetto al centro della tavola.
- Correggere eventualmente l'allineamento del tavolo e la guida delle corde.

ESECUZIONE

a) Allineamento simmetrico di F_1 e F_2 :

- Lasciare il braccio della forza F_3 a 180°.
- Bloccare i bracci delle forze F_1 e F_2 a 10° e a 350° (-10°) e caricarli con 100 g.
- Selezionare il carico del braccio della forza F_3 in modo che l'anello bianco si trovi in posizione di equilibrio e annotare nella tabella 1 la massa appesa m_3 .
- Bloccare i bracci delle forze F_1 e F_2 a 20° e 340° (-20°) e ricreare l'equilibrio mediante una scelta adatta della massa m_3 .
- Passare in successione agli angoli $\alpha_1 = 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ, 70^\circ$ e 90° , determinare ogni volta la massa m_3 per la creazione dell'equilibrio e annotarla nella tabella 1.

b) Allineamento generico dei bracci delle forze:

- Bloccare il braccio della forza F_1 a 340° e caricarlo con 50 g.
- Bloccare il braccio della forza F_2 a 80° e caricarlo con 70 g.
- Allineare e caricare il braccio della forza F_3 in modo tale che regni l'equilibrio delle forze.

ESEMPIO DI MISURAZIONE

a) Allineamento simmetrico di F_1 e F_2 :

Tab. 1: Massa m_3 occorrente per l'equilibrio delle forze e forza F_3 calcolata in base a essa in funzione dell'angolo α_1 ($m_1 = m_2 = 100$ g, $F_1 = F_2 = 100$ g)

α_1	m_3 (g)	F_3 (N)
10°	200	2,00
20°	190	1,90
30°	170	1,70
40°	155	1,55
50°	130	1,30
60°	200	2,00
70°	70	0,70
90°	0	0,00

b) Allineamento generico dei bracci delle forze:

Tab. 2: Angolo α_i dei bracci delle forze, masse appese m_i e forze calcolate F_i

α_1	m_1 (g)	F_1 (N)	α_2	m_2 (g)	F_2 (N)	α_3	m_3 (g)	F_3 (N)
350°	50	0,5	80°	70	0,7	221°	80	0,8

ANALISI

a) Allineamento simmetrico di F_1 e F_2 :

Nel caso della simmetria ($F_1 = F_2$ e $\alpha_1 = -\alpha_2$) l'equazione (4) è ovviamente soddisfatta. A partire dall'equazione 3, l'equazione condizionale per la somma delle forze diventa

$$F = 2 \cdot F_1 \cdot \cos \alpha_1.$$

Con questa equazione condizionale è stata calcolata la curva disegnata nella figura 5, che coincide con i dati di misura della tabella 1, nei limiti della precisione di misura.

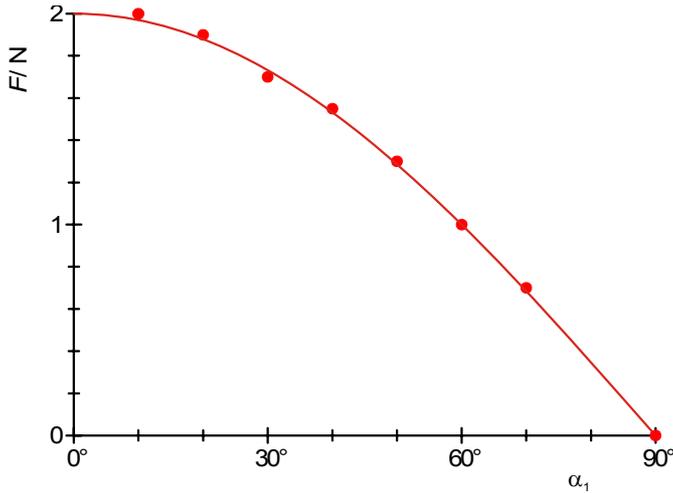


Fig. 5: Somma misurata e calcolata di due forze simmetriche in funzione dell'angolo di apertura α_1 .

b) Allineamento generico dei bracci delle forze:

Per la valutazione grafica dei dati di misura dalla tabella 2 inizialmente si disegnano tutte e tre le forze uscenti dal punto di applicazione con il loro valore e il loro angolo. In seguito le forze F_2 e F_3 vengono spostate parallelamente, finché il relativo punto iniziale non si trova in corrispondenza della fine del vettore precedente.

Il vettore risultato ha lunghezza 0 nei limiti della precisione di misura.

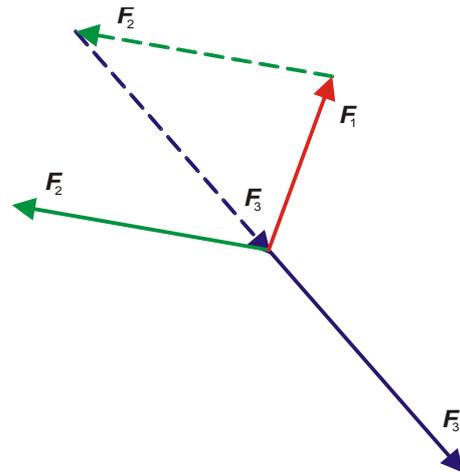


Fig. 6: Rappresentazione grafica delle forze relative ai dati di misura della tabella 2 e della somma di tutte le forze.