

Le Leggi delle Forze

Forza Peso

La forza peso è la forza gravitazionale che agisce su un corpo a causa della sua massa e dell'accelerazione gravitazionale locale. Si calcola con:

Dove:

- F_p : forza peso (N).
- m : massa del corpo (kg);
- G : accelerazione gravitazionale (m/s^2), circa 9.8 sulla Terra.

La forza peso è direttamente proporzionale alla massa: un oggetto di 10 kg sulla Terra ha N. Tuttavia, il valore di varia a seconda del pianeta e della posizione geografica. Ad esempio:

- **Sulla Luna:** , quindi un oggetto di 10 kg pesa N.
- **Su Giove:** , quindi lo stesso oggetto pesa N.

La forza peso è sempre diretta verso il centro del pianeta e forma un angolo di 90° con il piano orizzontale. Questo rende importante il suo calcolo in ingegneria civile, aerospaziale e nelle scienze planetarie.

Una bilancia, che misura la forza peso per stimare la massa, funziona correttamente solo sulla Terra o su pianeti con lo stesso valore di g . In assenza di gravità, come sulla Stazione Spaziale Internazionale, la massa si misura con metodi alternativi, come l'oscillazione forzata.

La forza peso è anche alla base di concetti fondamentali come il lavoro e l'energia potenziale gravitazionale, utilizzati in fisica per descrivere i sistemi dinamici.

Definizione: La forza peso è causata dall'attrazione gravitazionale di un pianeta su un corpo. Dipende dalla massa del corpo e dall'accelerazione gravitazionale locale (g).

La forza peso è la forza gravitazionale esercitata da un pianeta su un corpo. Si calcola con la formula:

$$F_p = m \cdot g$$

Dove: F_p = forza peso (Newton, N)

m = massa del corpo (kg)

g = accelerazione gravitazionale (circa 9.8 m/s^2 - sulla terra)

Esempio pratico: Se un oggetto ha massa 5 kg, la forza peso sulla Terra sarà:

$$F_p = 5 \cdot 9.8 = 49$$

Forza di Richiamo Elastico

I corpi solidi, quando sottoposti a deformazioni, possono comportarsi in modo **elastico** o **plastico**. Se il comportamento è elastico, il corpo torna alla forma originale quando la forza

viene rimossa. Se è plastico, rimane deformato. La legge di Hooke descrive il comportamento elastico usando la formula:

Dove:

- **F_e** : forza elastica (N), che riporta la molla alla lunghezza originale.
- **k**: costante elastica (N/m), una misura della rigidità del materiale.
- **Δl**: variazione di lunghezza rispetto alla posizione di riposo (m).

Il segno negativo indica che la forza elastica si oppone alla deformazione : se allunghi la molla, la forza elastica tira indietro; se la comprimi, la spinge fuori. Ad esempio, una molla con N/m allungata di 0.01 m esercita una forza di richiamo N.

La costante elastica varia con il materiale: una molla d'acciaio ha maggiore rispetto a una di gomma. Questo principio è cruciale in molte applicazioni, come sospensioni e sistemi di bilanciamento.

Una molla sottoposta a deformazione segue la **legge di Hooke**:

$$F_e = - k \cdot \Delta l$$

Dove: **F_e** = forza elastica
(N)k = costante elastica (N/m)
Δl: variazione di lunghezza della molla (m).

La forza elastica è sempre opposta alla direzione della deformazione e tende a riportare la molla alla lunghezza originale.

Forza di attrito statico

L'attrito statico è la forza che impedisce il movimento relativo tra due superfici a contatto. Fino a un certo limite, questa forza cresce in risposta a una forza applicata. Il valore massimo che può raggiungere è dato da: **(F_{as})_{max} = μ_s · F₁**

Dove:

- **(F_{as})_{max}** forza di attrito statico massima (N).
- **μ_s** : coefficiente di attrito statico (senza unità), dipende dai materiali a contatto.
- **F₁**: forza normale (N), spesso coincidente con il peso del corpo.

La **forza massima di attrito statico** ((F_{as})_{max})

F_{asmax} rappresenta la forza di attrito più grande che l'attrito statico può esercitare tra due superfici a contatto prima che l'oggetto inizi a muoversi.

Perché si chiama forza massima di attrito statico?

L'attrito statico esiste solo finché un oggetto è fermo e impedisce che inizi a muoversi. Questo tipo di forza cresce in base alla forza che si tenta di applicare per spostare l'oggetto. Tuttavia, ha un limite massimo. Se si supera questo limite, l'oggetto comincia a muoversi, e l'attrito statico viene sostituito dall'attrito dinamico, che è generalmente più debole.

Esempio della cassa di 50 kg

Immagina di avere una cassa di 50 kg appoggiata su un pavimento. Questa cassa è ferma grazie all'attrito statico, che si oppone al movimento. Per farla muovere, devi applicare una forza orizzontale sufficiente a superare la forza massima di attrito statico.

La forza massima di attrito statico si calcola con la formula:

$$(F_{as})_{\max} = \mu_s \cdot F_1$$

Dove:

μ_s è il **coefficiente di attrito statico**, un valore che dipende dai materiali delle superfici (ad esempio, gomma su asfalto, legno su metallo, ecc.).

$$F_1 = m \cdot g$$

Calcolo dell'attrito per la cassa

1. **Peso della cassa (forza normale):** La cassa pesa 50kg
 $F_1 = m \cdot g = 50 \cdot 9.8 = 490\text{N}$
2. **Forza massima di attrito statico:** Supponiamo che il **coefficiente di attrito statico** μ_s tra la cassa e il pavimento sia 0.4
La forza massima di attrito statico è:
 $(F_{as})_{\max} = \mu_s \cdot F_1 = 0.4 \cdot 490 = 196\text{N}$

Significato:

Devi applicare una forza **maggiore di 196 N** per vincere l'attrito statico e far muovere la cassa. Se applichi una forza minore, la cassa non si muove perché l'attrito statico è sufficiente a contrastarla.

Il coefficiente di attrito statico

Il valore di μ_s dipende dai materiali delle superfici a contatto. Ecco alcuni esempi:

- **Gomma su asfalto asciutto:** $\mu_s \approx 0.9$ (elevata aderenza, difficilmente scivola).
- **Ghiaccio su ghiaccio:** $\mu_s \approx 0.03$ (bassa aderenza, molto scivoloso).

I valori precisi di μ_s sono determinati sperimentalmente e possono essere consultati in tabelle tecniche. Questo è importante per progettare sistemi dove l'attrito gioca un ruolo fondamentale, come pneumatici e freni.

Attrito Statico vs Attrito Dinamico

L'attrito statico agisce quando un oggetto è fermo e impedisce il movimento iniziale. È generalmente più forte dell'attrito dinamico, che entra in gioco quando l'oggetto è già in movimento. Ad esempio:

- Per far partire una macchina ferma, serve più forza (attrito statico).
- Una volta che la macchina è in movimento, serve meno forza per mantenerla in moto (attrito dinamico).

Applicazioni pratiche

1. **Pneumatici:** L'attrito statico garantisce che i pneumatici rimangano aderenti alla strada, evitando slittamenti.

2. **Freni:** Utilizzano l'attrito statico per bloccare le ruote e fermare il veicolo in modo sicuro.
3. **Design strutturale:** Prevenire scivolamenti di oggetti pesanti o macchinari è cruciale per la sicurezza.

In sintesi:

L'esempio ti mostra che l'attrito statico è una forza che si oppone al movimento iniziale e dipende dal peso dell'oggetto e dai materiali delle superfici.

L'attrito statico è la forza che impedisce lo scivolamento tra due superfici a contatto. La forza massima di attrito statico è:

$$(\mathbf{Fas})_{\max} = \mu_s \cdot \mathbf{F_1}$$

Dove: **(Fas)max** : forza massima di attrito statico (N)

μ_s : coefficiente di attrito statico (senza unità)

F₁ : forza premente (N), spesso uguale al peso dell'oggetto.

ESERCIZI

Esercizio 1 - Calcolo della forza peso : Calcolare la forza peso di un corpo di massa 200 g

La forza peso si calcola con la formula: $F_p = m \cdot g$

$$m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}$$

Accelerazione gravitazionale: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Calcolo:

$$F_p = 0.2 \cdot 9.8 = 1.96 \text{ N}$$

Risultato: La forza peso è 1.96N.

Esercizio 2 - Accelerazione di Gravità su un Pianeta X : Calcolare l'accelerazione di gravità sulla superficie di un pianeta X che esercita una forza peso 500N su un corpo di massa 20kg.

La relazione tra forza peso, massa e accelerazione gravitazionale è:

$$g = F_p / m$$

$$F_p = 500 \text{ N}$$

Massa: $m = 20 \text{ kg}$

Calcolo:

$$g = 500 / 20 = 25 \text{ m/s}^2$$

Risultato: L'accelerazione di gravità sul pianeta X è 25 m/s^2 .

Esercizio 3 - Pendolo Semplice : come visto in lezioni precedenti la legge del pendolo semplice afferma che il periodo di oscillazione è dato dalla formula (vedi formula sotto $T = 2\sqrt{\dots}$) con significato noto dei simboli. Di quanto aumenta o si riduce il periodo di oscillazione dello stesso pendolo sul suolo lunare?

Il **pendolo semplice** è un sistema costituito da una massa (detta "bobina" o "peso") sospesa a un filo ideale (senza massa e inestensibile), che oscilla sotto l'azione della gravità.

Dove: T è il periodo (tempo necessario per completare un'oscillazione completa, avanti e indietro).

L è la lunghezza del pendolo (in metri).

G è l'accelerazione di gravità (in metri al secondo quadrato, m/s^2).

π è una costante matematica $\pi \approx 3.1416$).

La formula per il periodo di oscillazione è:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Lunghezza del pendolo: $L=1\text{m}$
Gravitazione terrestre: $g_{\text{Terra}}=9.8\text{m/s}^2$
Gravitazione lunare: $g_{\text{Luna}}=1.6\text{m/s}^2$

1. Su Terra:

$$T_{\text{Terra}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.8}} = 2.007 \text{ s}$$

2. Su Luna:

$$T_{\text{Luna}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{1.6}} = 4.967 \text{ s}$$

Risultato: il periodo aumenta da 2.007s (terra) a 4.967s (luna).

Esercizio 4 - Costante Elastica di una Molla: trovare la costante elastica di una molla che si comprime di 2,0 cm se sottoposta ad una forza comprimente di 45 N

La legge di Hooke è: $k=F/\Delta l$

$F=45\text{N}$

$\Delta l=2.0\text{cm}=0.02\text{m}$

Calcolo:

$k= 45/0.02 = 2250\text{N/m}$

Risultato: La costante elastica è 2250N/m.

Esercizio 5 - Allungamento di una Molla: trovare l'allungamento di una molla ($k = 150 \text{ N/m}$) disposta in verticale ed al cui estremo inferiore viene agganciata una massa di 600 g, sia sulla superficie terrestre che sulla superficie lunare

La legge di Hooke per l'allungamento è: $\Delta l = F/k$

Costante elastica: $k = 150 \text{ N/m}$

Massa: $m = 600 \text{ g} = 0.6 \text{ kg}$

Forza peso sulla Terra: $F_{\text{Terra}} = m \cdot g_{\text{Terra}} = 0.6 \cdot 9.8 = 5.88 \text{ N}$

Forza peso sulla Luna: $F_{\text{Luna}} = m \cdot g_{\text{Luna}} = 0.6 \cdot 1.6 = 0.96 \text{ N}$

Calcoli

Sulla Terra:

$\Delta l_{\text{Terra}} = 5.88 / 150 = 0.0392 \text{ m} = 3.92 \text{ cm}$

Sulla Luna:

$\Delta l_{\text{Luna}} = 0.96 / 150 = 0.0064 \text{ m} = 0.64 \text{ cm}$

Risultato: L'allungamento è 3.92cm sulla Terra e 0.64cm sulla Luna.

Esercizio 6 - Attrito Statico Massimo: calcolare la forza di attrito statico massima che può esercitare una cassa di 40 kg nell'opporsi ad una forza motrice orizzontale, sapendo che il coefficiente di attrito statico tra cassa e pavimento vale $\mu_s = 0,30$

La forza massima di attrito statico è: $(F_{\text{as}})_{\text{max}} = \mu_s \cdot F_1$

Massa della cassa: $m = 40 \text{ kg}$

Coefficiente di attrito statico: $\mu_s = 0.3$

Forza normale $F_1 = m \cdot g_{\text{Terra}} = 40 \cdot 9.8 = 392 \text{ N}$

Calcolo:

$(F_{\text{as}})_{\text{max}} = 0.3 \cdot 392 = 117.6 \text{ N}$

Risultato: La forza massima di attrito statico è 117.6N.

Esercizio 7 - Calcolo del coefficiente di attrito statico su una parete verticale: calcolare il coefficiente di attrito statico tra una parete verticale ed un blocchetto di massa 2,0 kg che viene premuto contro tale parete verticale da una forza orizzontale di 42 N, sapendo che tale forza è la forza minima per impedire lo scivolamento verticale del blocchetto.

La **forza orizzontale** è generalmente una **forza applicata**, non una forza normale. La distinzione dipende però dal contesto dell'esercizio. Vediamo i due tipi di forza per chiarire:

1. Forza Applicata (F_m)

- La forza orizzontale è solitamente una forza esterna che viene esercitata su un oggetto per metterlo in movimento, mantenerlo in equilibrio o vincere una forza opposta (ad esempio, attrito o gravità).
- Se nel tuo esercizio si parla di una forza orizzontale applicata per spingere o mantenere un oggetto in posizione (ad esempio, un blocco contro un muro o su un piano inclinato), allora è una **forza applicata**.

La **forza orizzontale** è generalmente una **forza applicata**, non una forza normale. La distinzione dipende però dal contesto dell'esercizio. Vediamo i due tipi di forza per chiarire:

2. Forza Normale (F_1):

- La forza normale è una **forza di reazione** che agisce **perpendicolarmente** alla superficie di contatto. Non è mai orizzontale: è sempre verticale o inclinata, a seconda dell'orientamento della superficie.
- Esempi:
 - Su un piano orizzontale, la forza normale è uguale al peso dell'oggetto $F_1 = m \cdot g$.
 - Su un piano inclinato, la forza normale è la componente perpendicolare del peso $F_1 = m \cdot g \cdot \cos\theta$.

Dati forniti:

Massa del blocchetto: $m = 2.0 \text{ kg}$

Forza orizzontale: $F_m = 42 \text{ N}$

Accelerazione gravitazionale: $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Formula per il coefficiente di attrito statico

$$\mu_s = F_m / F_1$$

Dove : F_m è la forza minima applicata

F_1 è la forza normale (in questo caso, il peso del blocco)

Calcolo del peso (F_1)

$$F_1 = m \cdot g = 2.0 \cdot 9.8 = 19.6 \text{ N}$$

Calcolo del coefficiente di attrito:

$$\mu_s = F_m / F_1 = 42 / 19.6 = 2.14$$

Risultato: Il coefficiente di attrito statico è $\mu_s = 2.14$.

8. Calcolo dell'allungamento di una molla su un piano inclinato : Calcolare l'allungamento di una molla ($k = 150 \text{ N/m}$), poggiata su un piano inclinato a 45° estremamente liscio, alla cui estremità inferiore è agganciata una massa di 600 g

Dati forniti:

Costante elastica: $k=150\text{N/m}$

Massa agganciata: $m=600\text{g}=0.6\text{kg}$

Angolo del piano inclinato: $\theta=45^\circ$

Accelerazione gravitazionale: $g=9.8\text{m/s}^2$

Formula per la forza lungo il piano:

$$F=m \cdot g \cdot \sin(\theta)$$

Calcolo della forza lungo il piano:

$$F=0.6 \cdot 9.8 \cdot \sin(45^\circ)=0.6 \cdot 9.8 \cdot 0.707=4.15\text{N}$$

Formula per l'allungamento

$$\Delta l=F/k$$

Calcolo dell'allungamento:

$$\Delta l=4.15 / 150=0.0277\text{m}=2.77\text{cm}$$

Risultato: L'allungamento della molla è $\Delta l=2.77\text{cm}$.

Esercizio 9 - Forza di attrito statico su un piano inclinato
Dati forniti: Un blocchetto di massa $2,5\text{ kg}$ si trova su un piano inclinato a 30° e rimane fermo a causa dell'attrito statico. Stimare quanto vale la forza di attrito statico. Si supponga ora che il piano sia ad inclinazione variabile. Se un angolo di 37° costituisce l'angolo limite oltre il quale il blocchetto comincia a scivolare, stimare il coefficiente di attrito statico tra piano inclinato e blocchetto

Dati:

Massa del blocchetto: $m=2.5\text{kg}$

Angolo del piano: $\theta=30^\circ$

Accelerazione gravitazionale: $g=9.8\text{m/s}^2$

Formula per la forza di attrito statico

$$F_{\text{attrito}}=m \cdot g \cdot \sin(\theta)$$

Calcolo della forza di attrito:

$$F_{\text{attrito}}=2.5 \cdot 9.8 \cdot \sin(30^\circ)=2.5 \cdot 9.8 \cdot 0.5=12.25\text{N}$$

Risultato: La forza di attrito statico è $F_{\text{attrito}}=12.25\text{N}$.

Calcolo del coefficiente di attrito statico (μ_s):**Formula per il coefficiente di attrito statico:**

$$\mu_s=\tan(\theta)$$

Calcolo del coefficiente di attrito:

$$\mu_s=\tan(37^\circ)\approx 0.753$$

Risultato: Il coefficiente di attrito statico è $\mu_s = 0.753$.

Esercizio 10 - Rapporto tra le masse dei blocchetti su piani inclinati:
due piani inclinati estremamente lisci e di uguale altezza sono schematizzabili come due triangoli di ipotenuse a e b , accostati lungo il cateto verticale in modo da formare un triangolo scaleno con angoli alla base di 30 e 45 gradi. Nel comune punto più alto dei due piani inclinati è posta una carrucola a basso attrito che consente di collegare, attraverso una fune insostenibile e di massa trascurabile, due blocchetti A e B: A è posto sul piano inclinato a 40 gradi e B è posto sul piano inclinato a 45 gradi. I due blocchetti sono fermi sui rispettivi piani. Quanto vale il rapporto tra le masse?

Dati forniti:

Piano A inclinato di 30° .

Piano B inclinato di 45° .

Equilibrio dei blocchetti:

Perché i blocchetti siano fermi, le componenti del peso devono bilanciarsi lungo i rispettivi piani:

$$m_a \cdot g \cdot \sin(30^\circ) = m_b \cdot g \cdot \sin(45^\circ)$$

Semplificazione della formula:

eliminiamo g da entrambi i lati:

$$m_a \cdot \sin(30^\circ) = m_b \cdot \sin(45^\circ)$$

Calcolo del rapporto tra le masse:

$$m_a/m_b = \sin(45^\circ)/\sin(30^\circ) = 0.707/0.5 = 1.414$$

Risultato: Il rapporto tra le masse è $m_a/m_b = 1.414$.

ESERCIZI AGGIUNTIVI

Esercizio 1 - Costante Elastica di una Molla

Dati forniti:

Forza applicata: $F=60\text{N}$

Allungamento della molla: $\Delta l=3.0\text{cm}=0.03\text{m}$

Esercizio 2 - Allungamento di una Molla

Dati forniti:

Costante elastica: $k=100\text{N/m}$

Massa: $m=2.5\text{kg}$

Accelerazione gravitazionale: $g=9.8\text{m/s}^2$

Esercizio 3 - Forza Massima di Attrito Statico

Dati forniti:

Massa della cassa: $m=50\text{kg}$

Coefficiente di attrito statico: $\mu_s=0.4$

Accelerazione gravitazionale: $g=9.8\text{m/s}^2$

Esercizio 4 - Allungamento di una Molla su un Piano Inclinato

Dati forniti:

Costante elastica: $k=120\text{N/m}$

Massa agganciata: $m=3.0\text{kg}$

Angolo del piano inclinato: $\theta=30^\circ$

Accelerazione gravitazionale: $g=9.8\text{m/s}^2$

Esercizio 5 - Coefficiente di Attrito Statico su una Superficie

Dati forniti:

Massa del blocchetto: $m=4.0\text{kg}$

Forza applicata: $F_m=30\text{N}$

Accelerazione gravitazionale: $g=9.8\text{m/s}^2$

SOLUZIONI ESERCIZI AGGIUNTIVI

ESERCIZIO 1

Formula:

$$k = \frac{F}{\Delta l}$$

Calcolo:

$$k = \frac{60}{0.03} = 2000 \text{ N/m}$$

Risultato: La costante elastica è $k=2000\text{N/m}$

ESERCIZIO 2

Formula:

$$\text{Forza peso: } F = m \cdot g$$

$$\text{Allungamento: } \Delta l = \frac{F}{k}$$

Calcolo:

$$\text{Forza peso: } F = 2.5 \cdot 9.8 = 24.5 \text{ N}$$

$$\text{Allungamento: } \Delta l = \frac{24.5}{100} = 0.245 \text{ m} = 24.5 \text{ cm}$$

Risultato: L'allungamento della molla è $\Delta l = 24.5 \text{ cm}$.

ESERCIZIO 3

Formula:

$$\text{Forza normale: } F_1 = m \cdot g$$

$$\text{Forza massima di attrito statico: } F_{\text{attrito}} = \mu_s \cdot F_1$$

Calcolo:

$$\text{Forza normale: } F_1 = 50 \cdot 9.8 = 490 \text{ N}$$

$$\text{Forza di attrito: } F_{\text{attrito}} = 0.4 \cdot 490 = 196 \text{ N}$$

Formule: Forza peso: $F = m \cdot g$ $F = 3.0 \cdot 9.8 = 29.4 \text{ N}$

$$\text{Forza lungo il piano: } F = m \cdot g \cdot \sin(\theta)$$

$$\text{Allungamento: } \Delta l = \frac{F}{k}$$

Calcolo:

$$\text{Forza lungo il piano: } F = 3.0 \cdot 9.8 \cdot \sin(30^\circ) = 3.0 \cdot 9.8 \cdot 0.5 = 14.7 \text{ N}$$

$$\text{Allungamento: } \Delta l = \frac{14.7}{120} = 0.1225 \text{ m} = 12.25 \text{ cm}$$

Risultato: L'allungamento della molla è $\Delta l = 12.25 \text{ cm}$.

ESERCIZIO 4

ESERCIZIO 5

Formule:

Peso del blocco: $F_1 = m \cdot g$

Coefficiente di attrito statico: $\mu_s = \frac{F_m}{F_1}$

Calcolo:

Peso del blocco: $F_1 = 4.0 \cdot 9.8 = 39.2 \text{ N}$

Coefficiente di attrito: $\mu_s = \frac{30}{39.2} \approx 0.765$

Risultato: Il coefficiente di attrito statico è $\mu_s \approx 0.765$.