

Visione d'insieme

DOMANDE E RISPOSTE SULL'UNITÀ

► Che cos'è un corpo rigido?

- È un corpo non deformabile: la distanza fra due suoi punti rimane costante nel tempo, anche se il corpo si muove.
- Sotto l'azione di una o più forze applicate un corpo rigido può *traslare* e/o *ruotare*. Il tipo di movimento dipende dai punti di applicazione e dalle direzioni delle forze.

► Che cos'è un vincolo?

- Un corpo rigido può essere libero o vincolato. Un vincolo è un oggetto che limita il movimento di un altro oggetto esercitando una forza.
- Nello studio dell'equilibrio bisogna tenere conto anche delle reazioni vincolari.

► Come si può equilibrare la forza-peso?

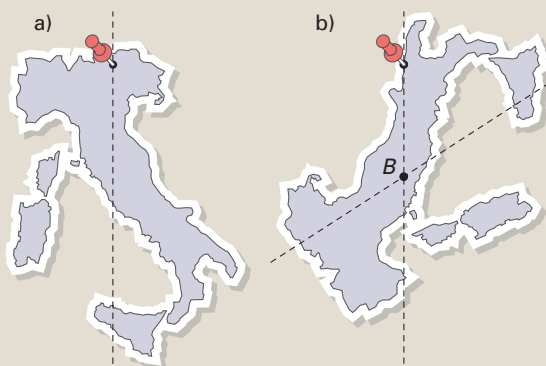
- I corpi non vincolati cadono per effetto della forza di gravità che la Terra esercita su ogni oggetto. Per equilibrare il peso di un oggetto bisogna applicare una forza uguale e opposta.
- Per equilibrare la forza-peso su un piano inclinato è sufficiente una forza minore del peso.

► Un oggetto posto su un piano inclinato può rimanere in equilibrio?

- No, se l'attrito fra oggetto e piano è nullo: la componente parallela del peso non viene equilibrata.
- Se c'è l'attrito, l'oggetto rimane in equilibrio se la forza di attrito equilibra la componente parallela del peso.

► Come si trova il baricentro di un corpo?

- Se il corpo è omogeneo e ha un centro di simmetria G , il baricentro sta nel punto G .
- Se il corpo non è omogeneo o è irregolare, il baricentro si può trovare per via sperimentale, appendendo il corpo in due punti diversi.



► Da cosa dipende la stabilità di un corpo?

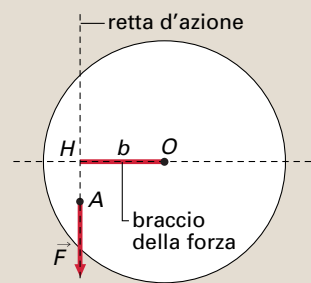
- Per capire se l'equilibrio di un corpo è stabile, instabile o indifferente, basta vedere che cosa succede al baricentro quando spostiamo il corpo dalla sua posizione di equilibrio.
- L'equilibrio è stabile se il baricentro si alza, instabile se si abbassa, indifferente se rimane alla stessa altezza.

► Che cos'è il momento di una forza?

- Il momento di una forza rispetto a un punto è il prodotto dell'intensità della forza per il braccio:

$$M = F \cdot b$$

- Il braccio è la distanza del punto dalla retta d'azione della forza.
- Il momento di una forza applicata a un corpo fa ruotare il corpo stesso in verso orario o antiorario.



► In quale caso un corpo rigido è in equilibrio?

- Un corpo rigido è in equilibrio quando non ruota e non trasla.
- Quando il corpo non ruota, la somma algebrica dei momenti (presi con i loro segni) di tutte le forze applicate al corpo è nulla:

$$M_1 + M_2 + M_3 + \dots = 0$$

- Quando il corpo non trasla, la risultante di tutte le forze applicate è nulla:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$

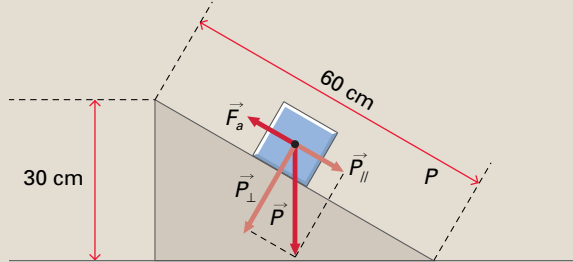
- Quando un corpo libero di ruotare è sottoposto a più forze (localizzate o ripartite) ed è in equilibrio, allora la somma algebrica dei momenti è nulla e la risultante delle forze è nulla.

► A cosa servono le macchine?

- Le macchine semplici sono dispositivi utili per equilibrare o vincere le forze. Una macchina è vantaggiosa se la forza resistente è maggiore di quella applicata.

Lezione 1 ■ L'equilibrio di un corpo

- 1 PROBLEMA SVOLTO** La scatola della figura pesa 15 N; è tenuta in equilibrio dalla forza di attrito.
- ▶ Calcoliamo il coefficiente di attrito statico.



Soluzione Le due componenti del peso sono:

$$P_{\parallel} = \frac{P \cdot h}{l} = \frac{(15 \text{ N}) \times (30 \text{ cm})}{60 \text{ cm}} = 7,5 \text{ N}$$

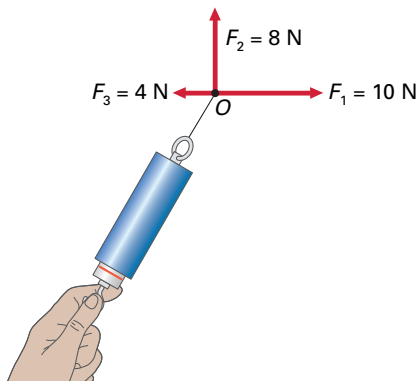
$$P_{\perp} = \sqrt{P^2 - P_{\parallel}^2} = \sqrt{(15 \text{ N})^2 - (7,5 \text{ N})^2} = 13 \text{ N}$$

La forza di attrito fa da equilibrante alla componente P_{\parallel} . Perciò anche la forza di attrito vale $F_a = 7,5 \text{ N}$, però ha verso opposto.

La forza di attrito è $F_a = k_s P_{\perp}$, quindi

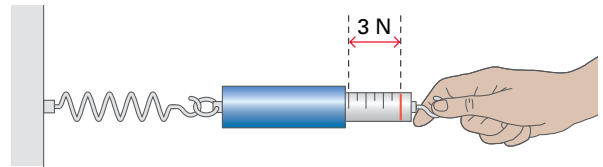
$$k_s = \frac{F_a}{P_{\perp}} = \frac{7,5 \text{ N}}{13 \text{ N}} = 0,58$$

- 2** Supponi che la scatola del problema precedente pesi 20 N e quindi non sta in equilibrio. Per equilibrarla basta modificare l'inclinazione del piano, variandone l'altezza.
- ▶ Senza fare calcoli, puoi dire se bisogna aumentare o diminuire l'altezza del piano inclinato? Spiega.
- 3** Sul punto O della figura sono applicate le forze \vec{F}_1 , \vec{F}_2 e \vec{F}_3 . Sappiamo che O è in equilibrio, perciò la forza con cui viene tirato il dinamometro equilibra le altre tre forze.
- ▶ Calcola la risultante delle tre forze applicate.
 - ▶ Qual è il valore che misura il dinamometro?

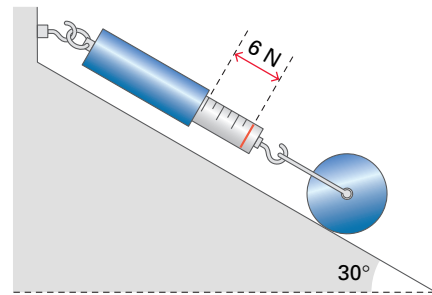


- 4** Due forze uguali che agiscono sullo stesso punto formano un angolo di 120° .
- ▶ Disegna le due forze e trova la loro risultante.
 - ▶ È possibile equilibrare queste due forze in modo che il punto stia in equilibrio?
 - ▶ Se la risposta è affermativa, come deve essere diretta la forza equilibrante?

- 5** Un dinamometro, attaccato all'estremo libero di una molla come in figura, segna 3 N. L'estremo della molla è un punto in equilibrio.
- ▶ Quanto vale la forza equilibrante?
 - ▶ Da dove proviene la forza equilibrante?

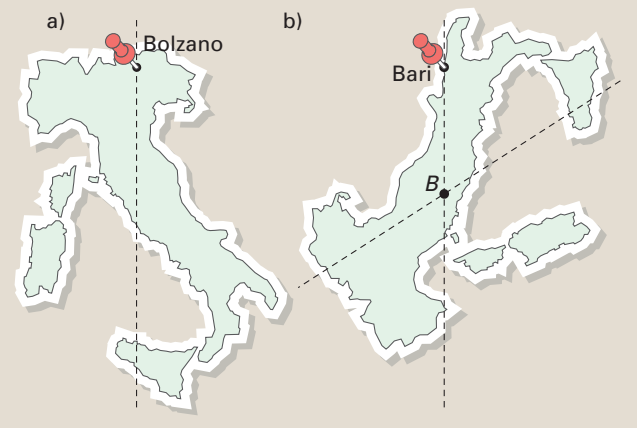


- 6** Una pallina di massa 0,20 kg è appesa a un filo, che a sua volta è appeso al soffitto.
- ▶ Rappresenta la situazione con un disegno, evidenziando le forze applicate sulla pallina.
 - ▶ Calcola l'intensità delle forze sulla pallina.
 - ▶ Fai un altro disegno indicando le forze applicate al filo (trascura il peso del filo).
 - ▶ Calcola l'intensità delle forze sul filo.
- 7** Un dinamometro tiene in equilibrio un cilindro su un piano inclinato, come nella figura seguente.
- ▶ Quanto vale la componente del peso del cilindro parallela al piano inclinato?
 - ▶ Quanto pesa il cilindro?



Lezione 2 ■ Il baricentro

- 8 PROBLEMA SVOLTO** In figura è rappresentata la sagoma dell'Italia disegnata su un cartoncino.
- ▶ Cerchiamo il baricentro della figura per via sperimentale.



Soluzione Appendiamo per un punto la carta geografica, utilizzando una puntina da disegno applicata nel punto che indica la città di Bolzano. Nello stesso punto sistemiamo un filo a piombo che indica la direzione della forza peso (figura a). Disegniamo sulla carta la direzione del filo a piombo.

Ripetiamo il procedimento appendendo il cartoncino per un altro punto, per esempio quello che indica la città di Bari; tracciamo sulla carta la direzione del filo a piombo (figura b).

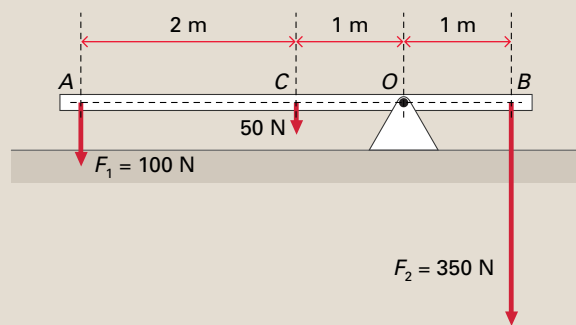
Il baricentro B si trova nell'intersezione delle due rette.

- 9 Supponi di appendere la carta geografica del problema precedente in un punto diverso dal baricentro.
- ▶ Che cosa succede?
 - ▶ Quali forze sono applicate al cartoncino?
- 10 Considera un righello di plastica. Se ci metti sotto un dito riesci a tenerlo in equilibrio.
- ▶ In quale punto devi sistemare il dito perché stia in equilibrio?
 - ▶ Di che tipo di equilibrio si tratta?
- 11 Un bicchiere è posto su un piano a inclinazione variabile.
- ▶ Rappresenta la situazione con un disegno.
 - ▶ Aumentando l'inclinazione del piano, il bicchiere potrebbe ribaltarsi. Quando si ribalta?
 - ▶ La posizione in cui si ribalta dipende dalla presenza di liquido nel bicchiere oppure no?

Lezione 3 ■ Il momento di una forza

12 PROBLEMA SVOLTO L'asta della figura può ruotare attorno al punto O . Il peso dell'asta è 50 N ed è applicato in C .

▶ L'asta è in equilibrio?



Soluzione Il momento della forza-peso P è positivo:

$$M_p = P \cdot b_p = (50\text{ N}) \times (1\text{ m}) = 50\text{ N}\cdot\text{m}$$

Anche il momento di \vec{F}_1 è positivo:

$$M_1 = F_1 \cdot b_1 = (100\text{ N}) \times (3\text{ m}) = 300\text{ N}\cdot\text{m}$$

Il momento di \vec{F}_2 è negativo:

$$M_2 = F_2 \cdot b_2 = (350\text{ N}) \times (1\text{ m}) = 350\text{ N}\cdot\text{m}$$

Somma algebrica dei momenti:

$$M = 50\text{ N}\cdot\text{m} + 300\text{ N}\cdot\text{m} - 350\text{ N}\cdot\text{m} = 0$$

Poiché il momento totale è nullo l'asta è in equilibrio.

13 Supponi che il peso dell'asta del problema precedente sia 60 N invece di 50 N .

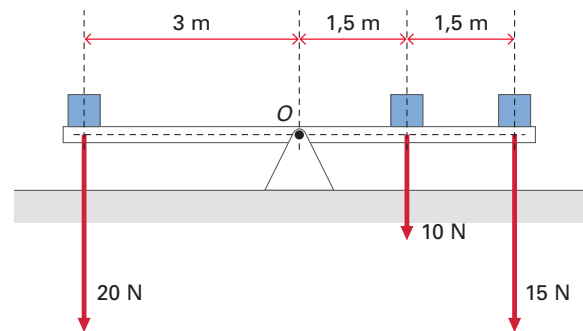
- ▶ In tal caso, per mantenere l'asta in equilibrio, bisogna aumentare l'intensità della forza \vec{F}_1 o quella della \vec{F}_2 ?
- ▶ Di quanto bisogna aumentarla?

14 Un'asta è lunga $4,0\text{ m}$ ed è vincolata nel centro. Nell'estremo destro c' è un peso di 200 N . A sinistra del fulcro, a distanza x , c' è un altro peso di 500 N . L'asta è in equilibrio.

- ▶ Rappresenta la situazione con un disegno.
- ▶ Quanto vale x ?
- ▶ Che cosa succede se spostiamo il peso più grande di 20 cm verso il fulcro?

15 Il sistema della figura è in equilibrio.

- ▶ Verifica che la somma dei momenti è uguale a zero.
- ▶ Poiché non trasla, la risultante delle forze applicate è nulla. Quanto vale la reazione vincolare?
- ▶ Se togliamo il peso di 10 N , l'asta ruota in senso orario o antiorario?
- ▶ Dopo aver tolto il peso di 10 N , la reazione del vincolo è sempre la stessa?

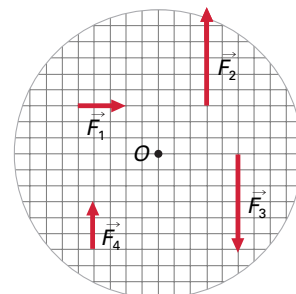


16 Due operai trasportano un peso di 1200 N tenendolo su una sbarra (di peso trascurabile) poggiata sulle spalle. La sbarra è lunga 180 cm , il peso è sistemato a 100 cm dalla spalla di un operaio e a $80,0\text{ cm}$ da quella dell'altro.

- ▶ Rappresenta la situazione con un disegno.
- ▶ Quale forza deve esercitare ogni operaio?

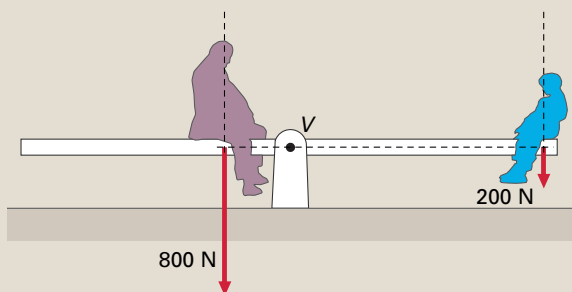
17 Il disco della figura ha un diametro di 18 cm e può ruotare attorno al centro O . Le quattro forze sono applicate nel piano del disco: $F_1 = F_4 = 10\text{ N}$; $F_2 = F_3 = 20\text{ N}$.

- ▶ Calcola la somma algebrica dei momenti delle forze.



Lezione 4 ■ Le macchine semplici

18 PROBLEMA SVOLTO Nella figura un uomo e un bambino sono seduti su un'altalena in equilibrio.
 ► In quale rapporto stanno le due distanze dal fulcro?



Soluzione Quando la leva è in equilibrio, vale l'uguaglianza tra i momenti:

$$F_m \cdot b_m = F_r \cdot b_r$$

Questa uguaglianza equivale alla proporzione:

$$F_r : F_m = b_m : b_r$$

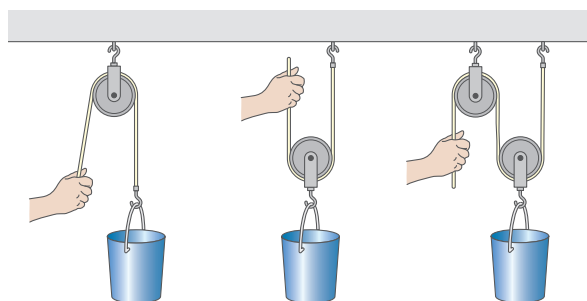
cioè il rapporto tra le forze è uguale al rapporto inverso fra i rispettivi bracci.

Il peso dell'uomo è quattro volte più grande, quindi la sua distanza dal fulcro è quattro volte più piccola di quella del bambino:

$$\frac{\text{distanza uomo}}{\text{distanza bambino}} = \frac{1}{4}$$

19 Supponi che all'uomo del problema precedente cada un oggetto che ha in tasca.
 ► Che cosa succede?
 ► Che cosa deve fare il bambino per ripristinare l'equilibrio?

20 Un secchio di 120 N viene sollevato in tre modi diversi.
 ► Disegna in ognuno dei casi, in scala 1 cm → 40 N, la forza motrice e la forza resistente.
 ► In quale dei tre casi si ha un guadagno maggiore di 1?



21 Un muratore vuole sollevare alcuni sacchi di cemento, ognuno di massa 50 kg, utilizzando una carrucola mobile di raggio 30 cm.
 ► Quale forza è necessaria per sollevare un solo sacco?
 ► Quanti sacchi solleva contemporaneamente se la forza massima che può esercitare è 1000 N?

Risposte

- 3 10 N; 10 N; 5 3 N; 6 1,96 N; 1,96 N;
 7 6 N; 12 N; 13 10 N; 14 0,8 m;
 15 45 N; 16 534 N; 667 N
 17 -1,1 N·m; 21 245 N; 4