

La slitta trainata con due corde

somma di forze perpendicolari

Due persone trainano una slitta con due corde, camminando ad una certa distanza tra loro; le corde si dispongono a formare tra loro un angolo di 90 gradi. La prima persona esercita una forza di 200 N, la seconda 230 N.

Quanto vale la forza totale fatta sulla slitta?

Analisi

La forza è una grandezza vettoriale, per cui si tratta di una somma di vettori perpendicolari; inoltre, è richiesto solo il modulo del vettore risultante.

Le forze sono già espresse nell'unità di misura fondamentale, il newton.

Svolgimento

Dato che i vettori sono perpendicolari, applicando la regola del parallelogramma (o “punta-coda”) si può calcolare il modulo della somma tramite il teorema di Pitagora:

$$F_{\text{tot}} = \sqrt{200^2 + 230^2} = \sqrt{(40000 + 52900)} = \sqrt{(92900)} = 304,8 \text{ N}$$

La forza totale sulla slitta vale 304,8 newton.

L'armadio trascinato sul pavimento

forza di attrito radente

Una persona deve spostare un grosso armadio di massa 185 kg da una stanza all'altra trascinandolo sul pavimento. Per aiutarsi, sistema dei pezzi di stoffa sotto le gambe del mobile, in modo che il coefficiente d'attrito statico diventa 0,23.

Facendo una forza orizzontale di 310 N, la persona riesce a spostare l'armadio?

Analisi

L'attrito statico a cui il problema fa riferimento è radente, ed è una resistenza tra il pavimento e la stoffa che è stata messa sotto all'armadio. Per scoprire se il mobile si sposta bisogna calcolare la forza di attrito e vedere se la forza fatta dalla persona è maggiore oppure no. Naturalmente, sarà la stoffa a scivolare sul pavimento e non l'armadio sulla stoffa, perché il coefficiente d'attrito tra legno e stoffa è sicuramente maggiore.

Sia la massa che la forza sono già espresse nelle loro unità di misura fondamentali.

Svolgimento

Per calcolare la forza di attrito radente statico bisogna applicare la formula:

$$F_a = \mu_{rs} \cdot F_p$$

Il coefficiente lo abbiamo; ci manca la forza peso, che sul pianeta Terra si calcola:

$$F_p = m \cdot g = 185 \cdot 9,81 = 1814,85 \text{ N}$$

Quindi calcoliamo la forza di attrito:

$$F_a = 0,23 \cdot 1814,85 = 417,42 \text{ N}$$

Dato che la forza fatta sull'armadio vale 310 newton, essa è minore della forza di attrito: il mobile non si sposta neanche di un millimetro.

Il carrello della spesa

piano inclinato

Una signora spinge un carrello della spesa di massa 23 kg, carico con 14 kg di spesa. Uscendo dal supermercato incontra una rampa in discesa, lunga 2 metri e alta 45 centimetri. Quanta forza deve fare la signora per trattenere il carrello?

Analisi

Si tratta di un problema sul piano inclinato. La forza che deve fare la signora per trattenere il carrello si chiama forza equilibrante, ed è quella che deve annullare la componente del peso parallela alla rampa.

Bisogna fare attenzione alle unità di misura, perché l'altezza non è espressa in metri.

Svolgimento

Come prima cosa portiamo l'altezza in metri:

$$h = 45\text{cm} = 0,45\text{ m}$$

Bisogna applicare la legge della forza equilibrante sul piano inclinato:

$$F_e = F_p \cdot \frac{h}{l}$$

Ci manca la forza peso, che calcoliamo utilizzando la massa totale:

$$m = 23 + 14 = 37\text{ kg}$$

$$F_p = m \cdot g = 37 \cdot 9,81 = 362,97\text{ N}$$

A questo punto possiamo calcolare la forza equilibrante:

$$F_e = 362,97 \cdot \frac{0,45}{2} = 81,67\text{ N}$$

Quindi per trattenere il carrello sulla rampa la signora deve fare una forza di 81,67 newton.

La chiave inglese

momento di una forza

Una fabbrica di attrezzi sta progettando una chiave inglese di acciaio, con la quale sia possibile stringere bulloni con un momento torcente pari a 8 N/m. Supponendo che chi usa l'utensile debba esercitare una forza di 65 newton, calcolare quanti centimetri deve essere lunga la chiave inglese.

Analisi

La chiave inglese è la classica applicazione del concetto di momento di una forza: più grandi sono dadi e bulloni, più forte devono essere chiusi, e più lunga deve essere la chiave inglese. La lunghezza dell'attrezzo corrisponde al braccio della forza, perché normalmente la mano va messa alla sua estremità.

Risoluzione

Il momento torcente di una forza si calcola in questo modo:

$$M = F \cdot b$$

A noi serve il braccio, e abbiamo a disposizione sia momento che forza:

$$b = \frac{M}{F} = \frac{8}{65} = 0,1231 \text{ m}$$

Il problema richiede esplicitamente il risultato in centimetri, per cui dobbiamo calcolare l'uguaglianza:

$$b = 0,1231 \text{ m} = 0,1231 \cdot 100 = 12,31 \text{ cm}$$

La chiave inglese dovrà essere lunga 12,31 centimetri.

Il trampolino precario

equilibrio di una leva

Un ragazzo di massa 68 kg ha costruito un trampolino sul bordo di una piscina, utilizzando un'asse di legno tenuta ferma ad una estremità da 8 blocchi di cemento di massa 6 kg ciascuno. L'asse è lunga 3,5 metri e sporge per 1,5 metri.

Trascurando il peso dell'asse, calcolare se il ragazzo può stare in piedi all'estremità del trampolino senza che questo si ribalti.

Analisi

Possiamo considerare l'asse di legno come una leva di primo genere: il fulcro è il bordo della piscina, i blocchi di cemento applicano la forza resistente e il peso del ragazzo rappresenta la forza motrice. Per verificare che il trampolino non si ribalti dovremo calcolare i due momenti che agiscono sulla leva: se il momento resistente è maggiore di quello motore, il trampolino rimarrà fermo.

Sia le masse che le distanze sono già espresse nelle unità di misura fondamentali.

Svolgimento

Per calcolare i momenti occorrono le forze e i bracci. Le forze sono semplicemente il peso delle masse che abbiamo come dati. Non abbiamo il braccio resistente, ma lo possiamo ricavare dalla lunghezza totale del trampolino:

$$b_{\text{res}} = l_{\text{tot}} - b_{\text{mot}} = 3,5 - 1,5 = 2 \text{ m}$$

Cominciamo a calcolare il momento resistente, dopo aver calcolato la forza peso dei blocchi di cemento:

$$F_p = m \cdot 9,81 = (8 \cdot 6) \cdot 9,81 = 48 \cdot 9,81 = 470,88 \text{ N}$$

$$F_{\text{res}} = F_p \cdot b_{\text{res}} = 470,88 \cdot 2 = 941,76 \text{ Nm}$$

Adesso passiamo al momento motore, utilizzando come forza motrice il peso del ragazzo:

$$F_p = m \cdot 9,81 = 68 \cdot 9,81 = 667,08 \text{ N}$$

$$F_{\text{mot}} = F_p \cdot b_{\text{mot}} = 667,08 \cdot 1,5 = 1000,62 \text{ Nm}$$

Risulta che il peso del ragazzo sviluppa un momento maggiore di quello dei blocchi di cemento; se il ragazzo cammina fino all'estremità dell'asse di legno, il trampolino improvvisato si ribalterà in acqua con tutti i blocchi di cemento.

Il ragazzo avrebbe fatto bene a studiare un po' meglio le leggi della fisica!

Il cavo della gru

forza elastica

Al gancio di una gru viene legato un carico di quattro quintali di aste di ferro. Il cavo della gru si allunga di 7,5 centimetri per la sua elasticità. Calcolare il coefficiente di elasticità del cavo.

Analisi

La forza che fa allungare il cavo è il peso delle aste di ferro, ed essa equivale alla forza elastica. Avendo l'allungamento, basterà applicare la legge di Hooke.

Bisogna fare attenzione alle unità di misura dei dati, perché non sono quelle fondamentali.

Svolgimento

Dobbiamo utilizzare la legge della forza elastica:

$$F_e = k \cdot \Delta x$$

L'incognita in questa equazione è la costante elastica k .

Per prima cosa otteniamo le informazioni che ci servono espresse nell'unità fondamentale:

$$m = 4 q = 4 \cdot 100 = 400 \text{ kg}$$

$$\Delta x = 7,5 \text{ cm} = \frac{7,5}{100} = 0,075 \text{ m}$$

A questo punto calcoliamo la forza peso del carico, che equivale alla forza elastica del cavo:

$$F_p = F_e = m \cdot 9,81 = 400 \cdot 9,81 = 3924 \text{ N}$$

Adesso possiamo calcolare la costante di elasticità, che non è altro che il rapporto tra la forza elastica e la deformazione:

$$k = \frac{F_e}{\Delta x} = \frac{3924}{0,075} = 52320 \text{ N/m}$$

Il cavo della gru ha costante elastica 52320 newton al metro; questo vuol dire che per allungarlo di un metro occorrerebbe un forza pari a 52320 newton (che è il peso di un carico di più di cinque tonnellate).