

Il colpo di cannone

principi della dinamica

Un pirata punta un cannone di massa 5 quintali montato su un carrello contro una nave inglese, lo carica con una palla da 25 kg, ed accende la miccia. L'esplosione all'interno del cannone fa una forza in tutte le direzioni pari a 8700 N.

Descrivere quello che succede alla palla e al cannone stesso.

Analisi

La forza dell'esplosione agisce indistintamente sul proiettile e sul fondo del cannone. Succederà che la palla accelererà in avanti fino ad uscire dal cannone ad una certa velocità (che non possiamo calcolare), mentre il cannone verrà spinto indietro dal cosiddetto "rinculo".

Il problema si risolve velocemente applicando il secondo principio della dinamica.

Risoluzione

Calcoliamo l'accelerazione della palla di cannone:

$$a_p = \frac{F}{m_p} = \frac{8700}{25} = 348 \text{ m/s}^2$$

E ora quella in senso opposto del cannone stesso:

$$m_c = 5 \text{ quintali} = 5 \cdot 100 = 500 \text{ kg}$$

$$a_c = \frac{F}{m_c} = \frac{8700}{500} = 17,4 \text{ m/s}^2$$

Il proiettile accelera in avanti di 348 metri al secondo quadrato, mentre il cannone ha un'accelerazione all'indietro pari a 17,4 m/s². Il pirata avrebbe fatto meglio a legare il cannone prima di sparare, perché ha fatto più danni alla sua nave che a quella degli inglesi...

L'elicottero

principi della dinamica

Il rotore di un elicottero di 16 tonnellate che si trova sulla pista di un eliporto sta facendo una forza verso il basso pari a 166 KN.

L'elicottero decolla oppure no? Con quale accelerazione? Perché?

Analisi

La domanda apparentemente strana ha un fondamento: l'elicottero decolla solamente se la forza del rotore è maggiore di quella di gravità. Dovremo quindi osservare le due forze e confrontarle.

Risoluzione

Per conoscere l'eventuale accelerazione verso l'alto ci serve il secondo principio della dinamica:

$$a = \frac{F}{m} \quad \text{dove } F \text{ è la forza totale che agisce sull'elicottero.}$$

Cominciamo con la forza peso del velivolo:

$$F_p = m \cdot g = (16 \cdot 1000) \cdot 9,81 = 16000 \cdot 9,81 = 156960 \text{ N}$$

Conoscendo già la forza fatta dal rotore, possiamo notare che quest'ultima è maggiore della forza di gravità. Vediamo di quanto:

$$F = F_r - F_p = (166 \cdot 1000) - 156960 = 166000 - 156960 = 9040 \text{ N}$$

La forza totale quindi è rivolta verso l'alto e vale 9040 newton. Ecco l'accelerazione:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{9040}{16000} = 0,57 \text{ m/s}^2$$

L'elicottero accelera verso l'alto di 0,57 metri al secondo quadrato. Esso decolla nonostante il rotore spinga verso il basso grazie al terzo principio della dinamica: il rotore fa una forza sull'aria, che fa quindi una forza di reazione sul rotore.

Il problema poteva essere risolto anche più velocemente calcolando subito l'accelerazione causata dal rotore ($10,38 \text{ m/s}^2$) e sottraendo quella di gravità ($9,81 \text{ m/s}^2$), ottenendo lo stesso risultato.

Tuttavia, passare per le forze rende un po' più chiaro il problema.

La locomotiva

principi della dinamica

Un treno merci è composto da una locomotiva di massa 28 tonnellate, e da 12 vagoni da 18 tonnellate e mezza ciascuna. Si vuole che, partendo da fermo, il treno raggiunga la velocità di 80 km/h in tre minuti esatti. Calcolare la forza che deve generare la locomotiva.

Analisi

La forza è legata alla massa e all'accelerazione di un corpo dal secondo principio della dinamica. Dobbiamo quindi ottenere l'accelerazione necessaria, supponendo che il moto del treno sia uniformemente accelerato. Nel calcolare la massa, non bisogna dimenticare che la locomotiva deve fare forza per accelerare anche se stessa.

Risoluzione

Cominciamo dal secondo principio della dinamica:

$$F = m \cdot a$$

Ora calcoliamo la massa totale del treno:

$$m = (29 \cdot 1000) + 12 \cdot (18,5 \cdot 1000) = 250000 \text{ kg}$$

Per l'accelerazione usiamo la legge oraria del moto uniformemente accelerato:

$$v = \frac{80 \cdot 1000}{3600} = 22,22 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{v}{\Delta t} = \frac{22,22}{3 \cdot 60} = 0,1235 \text{ m/s}^2$$

A questo punto possiamo calcolare la forza:

$$F = m \cdot a = 250000 \cdot 0,1235 = 30864 \text{ N}$$

La locomotiva deve fare una forza pari a 30864 newton.