

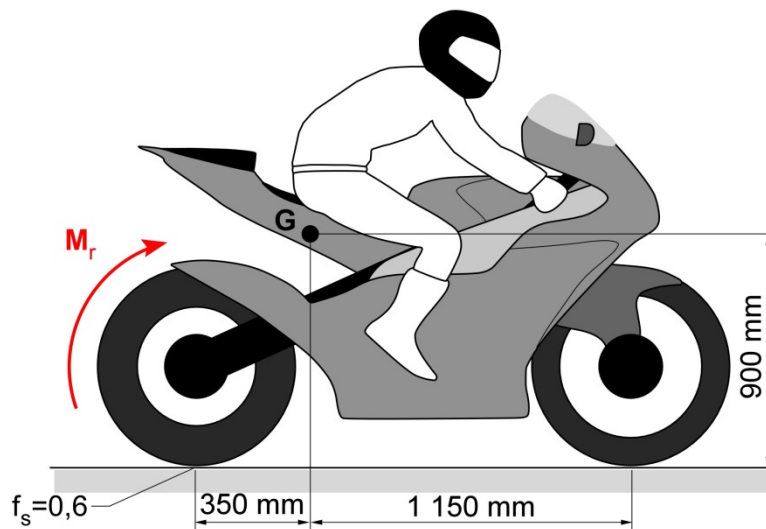
# Meccanica applicata alle macchine

Massimo Callegari, Pietro Fanghella e Francesco Pellicano

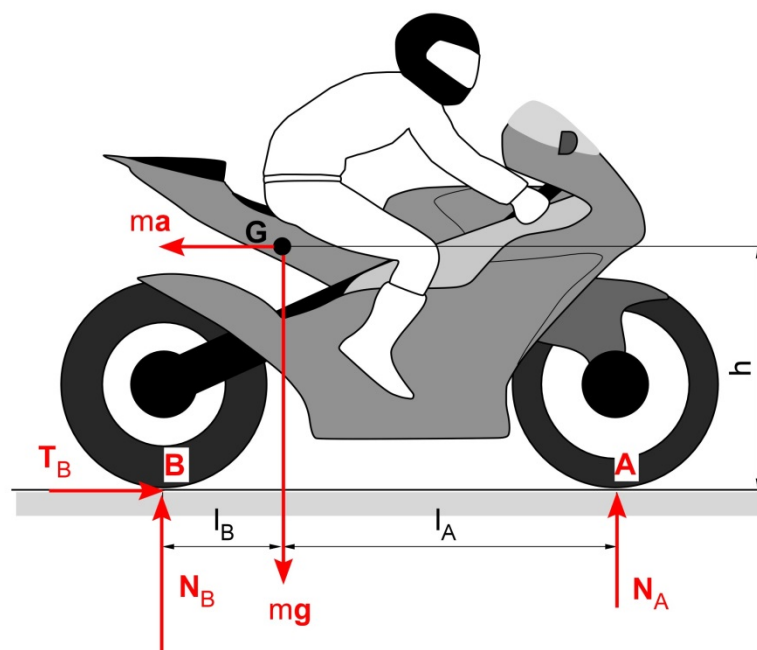
Ed.: De Agostini

## Esercizio 6.19

Il motociclista in figura ha baricentro in  $G$  e massa  $m=350\text{ kg}$ . Nota la massima coppia  $M_r=600\text{ Nm}$  disponibile alla ruota posteriore, di raggio  $r=300\text{ mm}$ , ed il coefficiente di aderenza tra ruote e suolo  $f_s=0,6$ , determinare la massima accelerazione allo spunto. (N.B.: trascurare le resistenze al rotolamento)



## Svolgimento



Le ipotesi del problema consentono di trascurare la presenza di una forza di attrito radente sulla ruota anteriore; infatti ciò deriva immediatamente dall'equilibrio alla rotazione della ruota se si tiene conto che:

- vengono trascurate le resistenze al rotolamento
- viene trascurata l'inerzia delle ruote

In figura viene tracciato il diagramma di corpo libero dell'intera motocicletta (si noti che il momento alla ruota posteriore non compare in quanto "azione" interna al sistema); le equazioni di equilibrio dinamico si scrivono:

$$\begin{cases} N_A + N_B = mg \\ T_B - ma = 0 \\ N_A(l_A + l_B) + mah - mgl_B = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Nel sistema (1) sono presenti 4 incognite, per cui occorre introdurre una ulteriore equazione che rappresenti una condizione limite; la massima accelerazione si può verificare in corrispondenza di 3 possibili casi diversi:

1. viene applicata la massima coppia disponibile alla ruota
2. la moto si "impenna"
3. la ruota posteriore "slitta"

È possibile operare in 2 modi:

- formulare una ipotesi, risolvere il sistema e poi effettuare una verifica sugli altri 2 casi oppure
- risolvere separatamente i 3 casi e prendere in considerazione l'accelerazione minore.

Seguendo il primo approccio, si ipotizzi dapprima che il motociclista applichi la coppia massima; dall'equilibrio della ruota posteriore si trova subito la forza di attrito in **B**:

$$T_B = \frac{M_r}{r} = 2000 \text{ N} \quad (2)$$

da cui la accelerazione corrispondente vale:

$$a = \frac{T_B}{m} = 5,7 \text{ m/s}^2 \quad (3)$$

La reazione verticale sulla ruota anteriore vale:

$$N_A = m \frac{gl_B - ah}{l_A + l_B} = -399 \text{ N} \quad (4)$$

per cui è evidente che questo caso non si può verificare. Si ipotizzi allora che la moto si trovi in condizioni limite di "impennamento" (cioè la coppia motrice è tale da far perdere contatto col terreno alla ruota anteriore ma non sufficiente a conferire un momento angolare alla motocicletta); allora in (1) deve essere  $N_A=0$  e si trova facilmente:

$$\begin{cases} N_B = mg = 3\,433\,N \\ T_B = ma = 1\,335\,N \\ a = g \, l_B / h = 3,8\,m/s^2 \end{cases} \quad (5)$$

Il motore può sviluppare la coppia richiesta da questo caso in quanto:

$$T_B r = 401\,Nm < M_r = 600\,Nm \quad (6)$$

Inoltre la ruota posteriore conserva l'aderenza col terreno perché:

$$T_B / N_B = 0,39 < f_s = 0,6 \quad (7)$$

Pertanto la massima accelerazione ottenibile allo spunto è proprio  $a=3,8\,m/s^2$ , in corrispondenza della quale la moto si “impenna”; non è quindi più necessario trattare l'ultimo caso, cioè lo “slittamento” della ruota motrice.