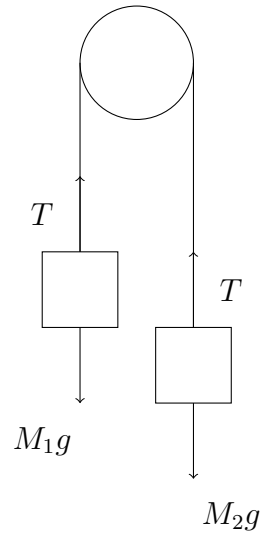


1. Representem les forces que hi ha sobre les masses



Si suposem que el sistema gira en *sentit horari*, és a dir que  $M_1$  puja i  $M_2$  baixa, podem escriure

$$\begin{cases} T - M_1g = M_1a \\ M_2g - T = M_2a \end{cases}$$

sumant les equacions

$$M_2g - T + T - M_1g = M_1a + M_2a$$

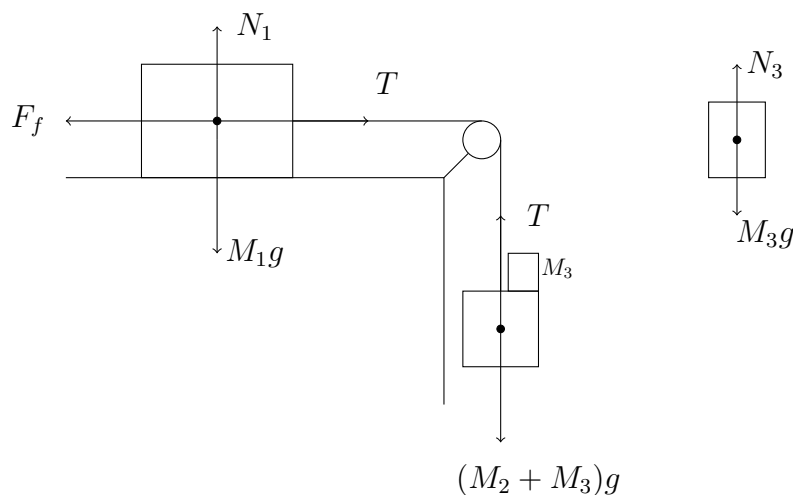
llavors

$$g(M_2 - M_1) = (M_1 + M_2)a$$

d'on

$$g = \frac{M_1 + M_2}{M_2 - M_1}a$$

## 2. Representem les forces sobre les masses



Si el sistema es mou només ho farà en un sentit. Les equacions que descriuen aquest sistema dinàmic, (de l'equació per  $M_3$  en parlarem després), són

$$\begin{cases} T - F_f = M_1 a \rightarrow T - \mu N_1 = M_1 a \\ N_1 = M_1 g \\ (M_2 + M_3)g - T = (M_2 + M_3)a \end{cases}$$

fent servir les dues primeres podem escriure

$$\begin{cases} T - \mu M_1 g = M_1 a \\ (M_2 + M_3)g - T = (M_2 + M_3)a \end{cases}$$

que al sumar-les permeten obtenir

$$(M_2 + M_3)g - \cancel{T} + \cancel{T} - \mu M_1 g = (M_1 + M_2 + M_3)a$$

d'on

$$(M_2 + M_3 - \mu M_1)g = (M_1 + M_2 + M_3)a$$

i finalment

$$a = \frac{M_2 + M_3 - \mu M_1}{M_1 + M_2 + M_3}g$$

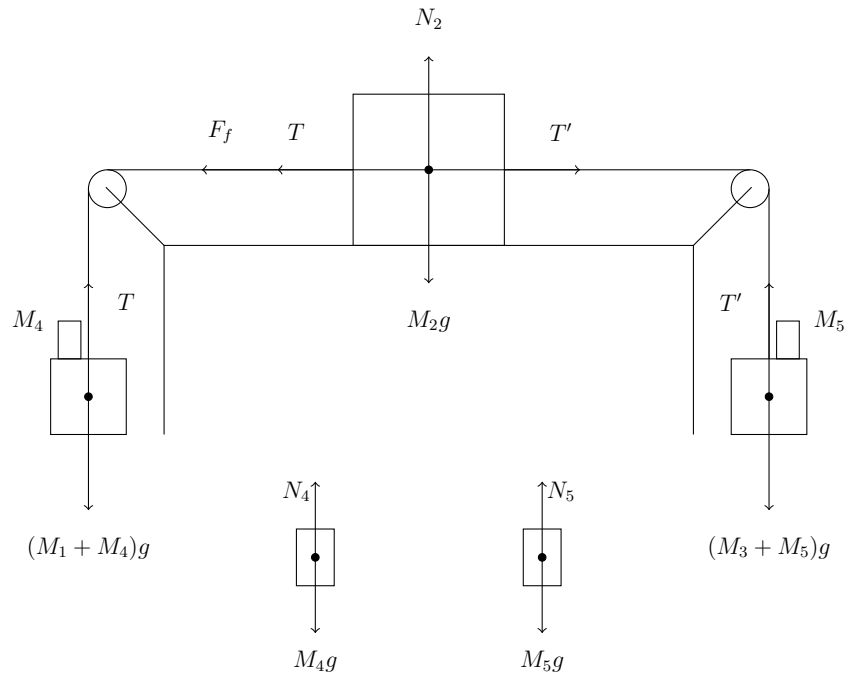
Per trobar la força que fa  $M_2$  sobre  $M_3$  escrivim la segona llei de Newton per aquesta darrera

$$M_3 g - N_3 = M_3 a$$

d'on

$$N_3 = M_3g - M_3a = M_3(g - a) = M_3 \left( g - \frac{M_2 + M_3 - \mu M_1}{M_1 + M_2 + M_3} g \right)$$

3. Representem les forces sobre cada massa (fem apart les de  $M_4$  i  $M_5$  per major claredat)



Suposem que el sistema es mou *cap a la dreta*, de forma que el conjunt  $M_1, M_4$  puja i el conjunt  $M_3, M_5$  baixa. En aquestes condicions, la segona llei de Newton en cada cas (les corresponents a  $M_4$  i  $M_5$  les escriurem després) es pot escriure com

$$\begin{cases} T - (M_1 + M_4)g = (M_1 + M_4)a \\ N_2 = M_2g \\ T' - T - F_f = M_2a \\ (M_3 + M_5)g - T' = (M_3 + M_5)a \end{cases} \rightarrow \begin{cases} T - (M_1 + M_4)g = (M_1 + M_4)a \\ N_2 = M_2g \\ T' - T - \mu N_2 = M_2a \\ (M_3 + M_5)g - T' = (M_3 + M_5)a \end{cases}$$

fent servir la segona en la tercera

$$\begin{cases} T - (M_1 + M_4)g = (M_1 + M_4)a \\ T' - T - \mu M_2g = M_2a \\ (M_3 + M_5)g - T' = (M_3 + M_5)a \end{cases}$$

i sumant-les

$$\cancel{N_1} - (M_1 + M_4)g + \cancel{N_2} - \cancel{N_2} - \mu M_2 g + (M_3 + M_5)g - \cancel{N_3} = (M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5)a$$

d'on

$$a = g \frac{M_3 + M_5 - (M_1 + M_4) - \mu M_2}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5}$$

Ara, per trobar la força que fa  $M_1$  sobre  $M_4$

$$N_4 - M_4 g = M_4 a$$

llavors

$$\begin{aligned} N_4 &= M_4 g + M_4 a \\ &= M_4 (g + a) \\ &= M_4 \left[ g + g \frac{M_3 + M_5 - (M_1 + M_4) - \mu M_2}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5} \right] \\ &= g M_4 \left[ 1 + \frac{M_3 + M_5 - (M_1 + M_4) - \mu M_2}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5} \right] \\ &= g M_4 \frac{2M_3 + 2M_5 - (\mu + 1)M_2}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5} \end{aligned}$$

De forma semblant, per trobar la força que fa  $M_3$  sobre  $M_5$

$$M_5 g - N_5 = M_5 a$$

llavors

$$\begin{aligned} N_5 &= M_5 g - M_5 a \\ &= M_5 (g - a) \\ &= M_5 \left[ g - g \frac{M_3 + M_5 - (M_1 + M_4) - \mu M_2}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5} \right] \\ &= g M_5 \left[ 1 - \frac{M_3 + M_5 - (M_1 + M_4) - \mu M_2}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5} \right] \\ &= g M_5 \frac{2M_1 + 2M_4 + (\mu + 1)M_2}{M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5} \end{aligned}$$