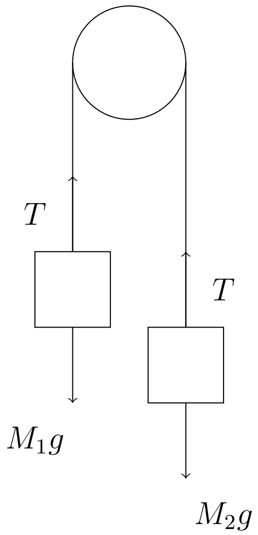
1. Representem les forces que hi ha sobre les masses



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

$$M_2g - \cancel{T} + \cancel{T} - M_1g = M_1a + M_2a$$

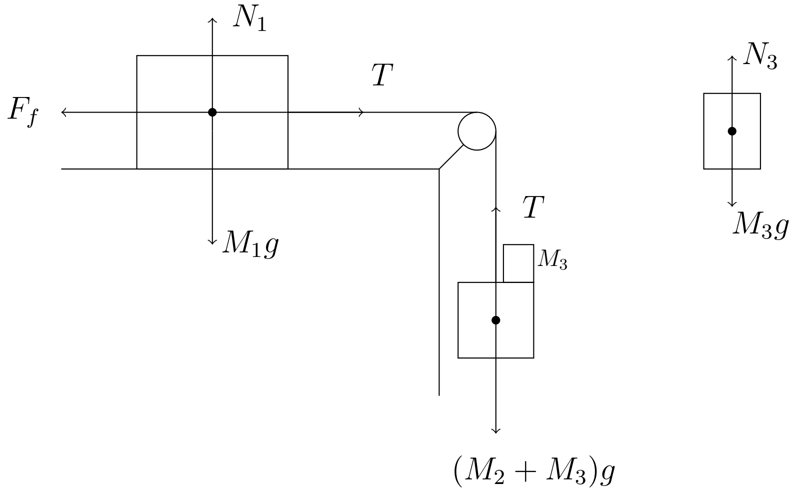
llavors

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

d'on

$$g = \frac{M_1 + M_2}{M_2 - M_1}a = \frac{12 + 20}{20 - 12} \cdot 2 = 8\, m/s^2$$

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

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

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

$$a = \frac{M_2 + M_3 - \mu M_1}{M_1 + M_2 + M_3} g = \frac{20 + 2 - 0,2 \cdot 3}{3 + 20 + 2} = 0,856\, m/s^2$$

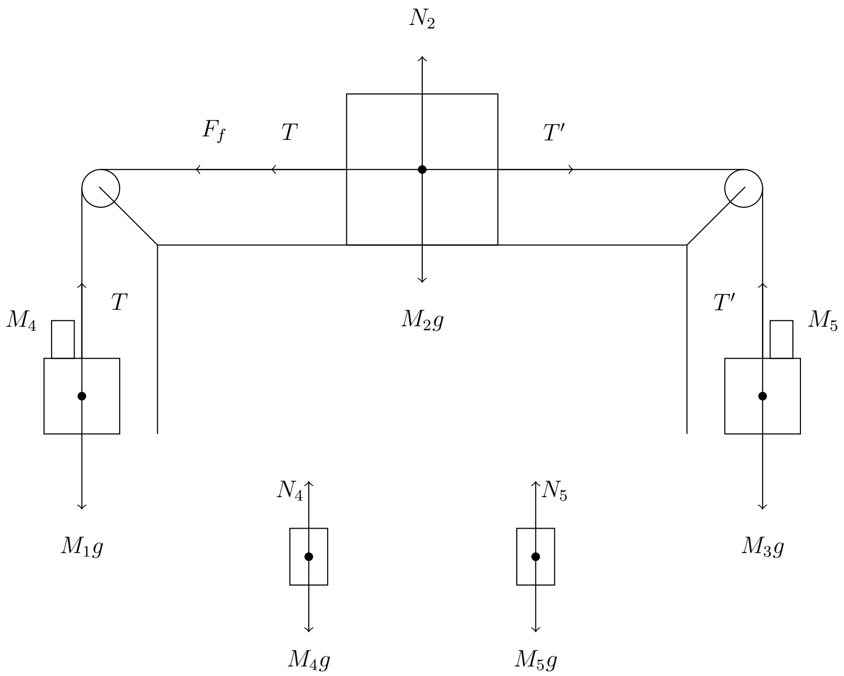
Per trobar la força que fa M_2 sobre M_3 escrivim la segona llei de Newton per aquesta darrera

$$M_3 g - N_3 = M_3 a$$

d'on

$$N_3 = M_3g - M_3a = M_3(g - a) = 2 \cdot (9,8 - 0,856) = 17,89\,N$$

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



Suposem que els sitema 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

$$\cancel{T}-(M_1+M_4)g+\cancel{T'}-\cancel{T}-\mu M_2 g+(M_3+M_5)g-\cancel{T'}=(M_1+M_2+M_3+M_4+M_5)a$$

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

$$\begin{aligned}
N_4 &= M_4 g + M_4 a \\
&= M_4(g+a) \\
&= M_4\left[g + g\frac{M_3+M_5-(M_1+M_4)-\mu M_2}{M_1+M_2+M_3+M_4+M_5}\right] \\
&= gM_4\left[1 + \frac{M_3+M_5-(M_1+M_4)-\mu M_2}{M_1+M_2+M_3+M_4+M_5}\right] \\
&= gM_4\frac{2M_3+2M_5-(\mu+1)M_2}{M_1+M_2+M_3+M_4+M_5}
\end{aligned}$$

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

$$M_5 g - N_5 = M_5 a$$

llavors

$$\begin{aligned}
N_5 &= M_5 g - M_5 a \\
&= M_5(g-a) \\
&= M_5\left[g - g\frac{M_3+M_5-(M_1+M_4)-\mu M_2}{M_1+M_2+M_3+M_4+M_5}\right] \\
&= gM_5\left[1 - \frac{M_3+M_5-(M_1+M_4)-\mu M_2}{M_1+M_2+M_3+M_4+M_5}\right] \\
&= gM_5\frac{2M_1+2M_4+(\mu+1)M_2}{M_1+M_2+M_3+M_4+M_5}
\end{aligned}$$