

1. Apliquem la segona llei de Newton al conjunt per obtenir

$$F = Ma \rightarrow a = \frac{F}{M} = \frac{400}{2 + 5 + 7 + 16} = 13,33 \text{ m/s}^2$$

Ara, apliquem la segona llei de Newton al cos 4

$$F_{34} = m_4 a = 16 \cdot 13,33 = 213,33 \text{ N} = F_{43}$$

on F_{34} és la força que fa el cos 3 sobre el 4. De forma semblant

$$F_{23} = (m_3 + m_4) a = (7 + 16) \cdot 13,33 = 306,67 \text{ N} = F_{32}$$

ja que la força que fa el cos 2 sobre el 3 empeny en realitat al 3 i al 4.

Finalment

$$F_{12} = (m_2 + m_3 + m_4) a = (5 + 7 + 16) \cdot 13,33 = 373,33 \text{ N} = F_{21}$$

2. Apliquem la segona llei de Newton al conjunt per obtenir

$$F = Ma \rightarrow a = \frac{F}{M} = \frac{3000}{1000 + 1000} = 1,5 \text{ m/s}^2$$

Ara, apliquem la segona llei de Newton al cos segon vagó

$$T_{12} = m_2 a = 1000 \cdot 1,5 = 1500 \text{ N} = T_{21}$$

3. (a) En aquest cas, la segona llei de Newton aplicada a l'objecte que penja del sostre queda

$$T - mg = ma \rightarrow T = mg + ma = m(g + a) = 3 \cdot (9,8 + 2) = 35,4 \text{ N}$$

- (b) Ara, hem d'escriure

$$mg - T = ma \rightarrow T = mg - ma = m(g - a) = 3 \cdot (9,8 - 1) = 26,4 \text{ N}$$

- (c) En aquest darrer cas l'acceleració és zero, cosa que és equivalent a que el cos estigui quiet (des del punt de vista de les lleis de Newton)

$$T = mg = 3 \cdot 9,8 = 29,4 \text{ N}$$

4. A partir de les dades de l'enunciat podem calcular l'acceleració, fent servir un resultat conegut de cinemàtica

$$v = v_0 + at \rightarrow a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{6 - 2}{4} = 1 \text{ m/s}^2$$

Ara, ja podem calcular

$$F = ma = 5 \cdot 1 = 5 \text{ N}$$

5. (a) Si volem que es mogui amb velocitat constant caldrà fer una força igual a la del fregament (en la pràctica haurà de ser una mica més gran, però teòricament això provocaria una acceleració)

$$F = F_f = \mu N = \mu mg = 0,25 \cdot 50 \cdot 9,8 = 98 \text{ N}$$

- (b) En aquest cas podem escriure

$$F - F_f = ma$$

llavors

$$\begin{aligned} F &= F_f + ma = \mu N + ma \\ &= \mu mg + ma = m(\mu g + a) \\ &= 0,25 \cdot 50 \cdot (9,8 + 2) = 147,5 \text{ N} \end{aligned}$$

6. A partir de les dades de l'enunciat podem calcular l'acceleració, fent servir un resultat conegut de cinemàtica

$$v^2 = v_0^2 + 2ax \rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2x} = \frac{0^2 - 6^2}{2 \cdot 9} = -2 \text{ m/s}^2$$

i aplicant la segona llei de Newton (la única força que actua sobre el cos en la direcció del moviment és el fregament, que té sentit contrari a la velocitat)

$$-F_f = ma \rightarrow -\mu N = ma \rightarrow -\mu mg = ma$$

d'on

$$\mu = -\frac{a}{g} = -\frac{-2}{9,8} = 0,051$$

7. En el moment que es comença a moure sabem que la força aplicada iguala a la de fregament (estàtic)

$$F = \mu N = \mu_s mg \rightarrow \mu_s = \frac{F}{mg} = \frac{4,2}{1,5 \cdot 9,8} = 0,286$$

Ara, apliquem la segona llei de Newton quan es troba en moviment (actuant el fregament dinàmic)

$$F - \mu_d N = ma \rightarrow F - \mu_d mg = ma$$

llavors

$$\mu_d = \frac{F - ma}{mg} = \frac{4,2 - 1,5 \cdot 0,15}{1,5 \cdot 9,8} = 0,27$$

8. Abans de respondre les preguntes calculem la força de fregament estàtica i dinàmica. Recordem que aquests valors són els màxims que pot prendre la força de fregament, ja que com sabem, aquesta s'adapta a la que fem nosaltres per moure l'objecte. Quan el cos es troba en repòs

$$F_f = \mu_s N = \mu_s mg = 0,4 \cdot 20 \cdot 9,8 = 78,4 \text{ N}$$

quan es troba ja en moviment

$$F_f = \mu_d N = \mu_d mg = 0,2 \cdot 20 \cdot 9,8 = 39,2 \text{ N}$$

- (a) Si no s'aplica cap força (en sentit horitzontal) sobre el cos, la força de fregament val zero.
- (b) Si apliquem una força en sentit horitzontal de 60 N quan el cos es troba quiet, seguirà quiet, ja que la força de fregament estàtica (que pot arribar a valer $78,4 \text{ N}$) s'adapta per contrarestar aquest valor.
- (c) La força mínima per tal d'iniciar el moviment coincideix amb el valor màxim de la de fregament estàtic, és a dir $78,4 \text{ N}$
- (d) Quan s'apliquen 100 N sobre el cos, ja que s'ha superat el valor de la força de fregament estàtica, aquest es mourà però llavors la força de fregament que actuarà serà la dinàmica. Aplicant la segona llei de Newton,

$$F - F_f = ma$$

d'on

$$a = \frac{F - F_f}{m} = \frac{100 - 39,2}{20} = 3,04 \text{ m/s}^2$$