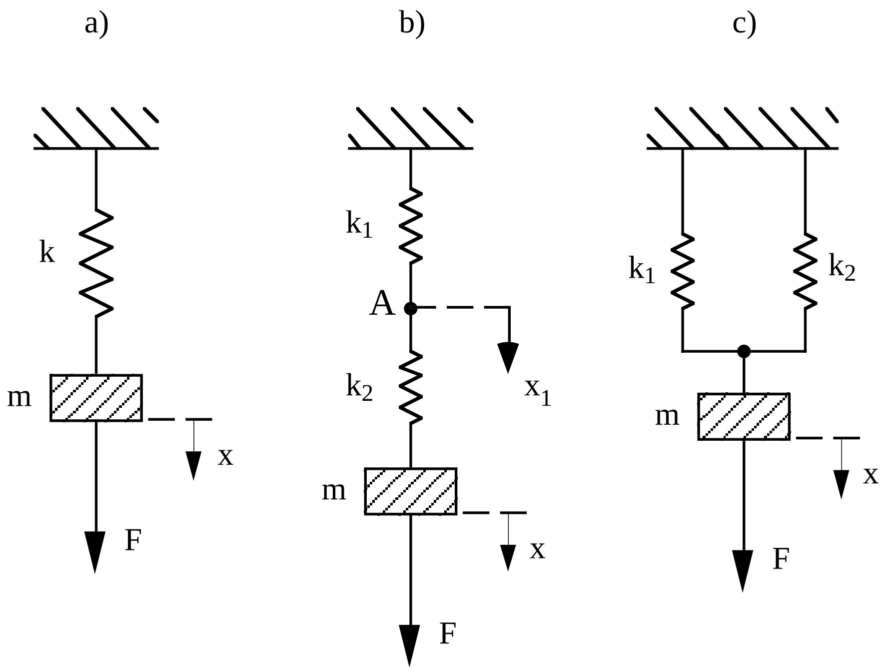
❑ Exercice 1

Entrée: force $F(t)$

Sortie: position $x(t)$

On définit $x = 0$ pour $F = 0$, $x(0) = 0$



<u>Loi de mouvement de Newton</u>

a) $m\ddot{x} = F - kx$

b) $m\ddot{x} = F - k_2(x - x_1)$ *(1)*

Point A de masse nulle:

$$0 \cdot \ddot{x}_1 = k_2(x - x_1) - k_1 x_1 \Rightarrow x_1 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}x \qquad (2)$$

(2) dans *(1)*:

$$m\ddot{x} = F - k_2\left(x - \frac{k_2}{k_1 + k_2}x\right) = F - \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}x$$

$$\Rightarrow k_{tot} = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{k_{tot}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

c) $m\ddot{x} = F - (k_1 + k_2)x$

$$\Rightarrow k_{tot} = k_1 + k_2$$

<u>Lois relatives aux mises en série et en parallèle de ressorts</u>

En série:

$$m\ddot{x} = F - \frac{1}{\Sigma_i \frac{1}{k_i}} x$$

Le déplacement total est la somme des déplacements de chaque ressort. Le ressort le plus faible est le plus étiré.

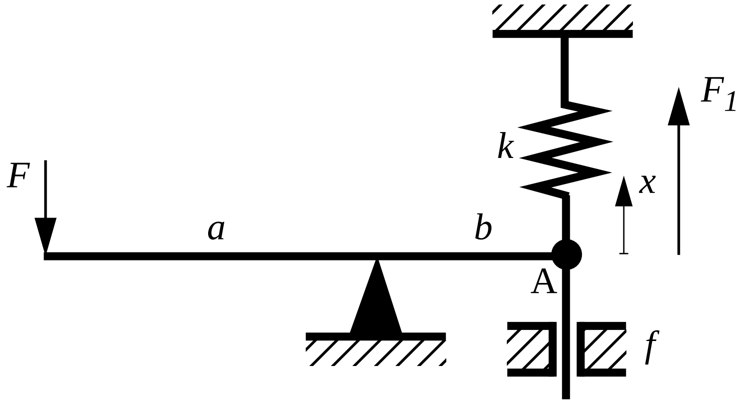
En parallèle:

$$m\ddot{x} = F - (\Sigma_i k_i)x$$

Le déplacement est le même pour chaque ressort. Les coefficients de rigidité sont sommés, ce qui implique qu'on a besoin de plus de force pour le même déplacement quand on ajoute un ressort en parallèle.

❑ **Exercice 2**

Définissons les forces et les déplacements selon la figure suivante:



Pour de petits angles, nous avons:

$$Fa = F_1 b\text{, soit: } F_1 = \frac{a}{b}F$$

L'application de la loi de mouvement de Newton au point A donne:

$$m\ddot{x} = F_1 - kx - f\dot{x}$$

avec $m \cong 0$

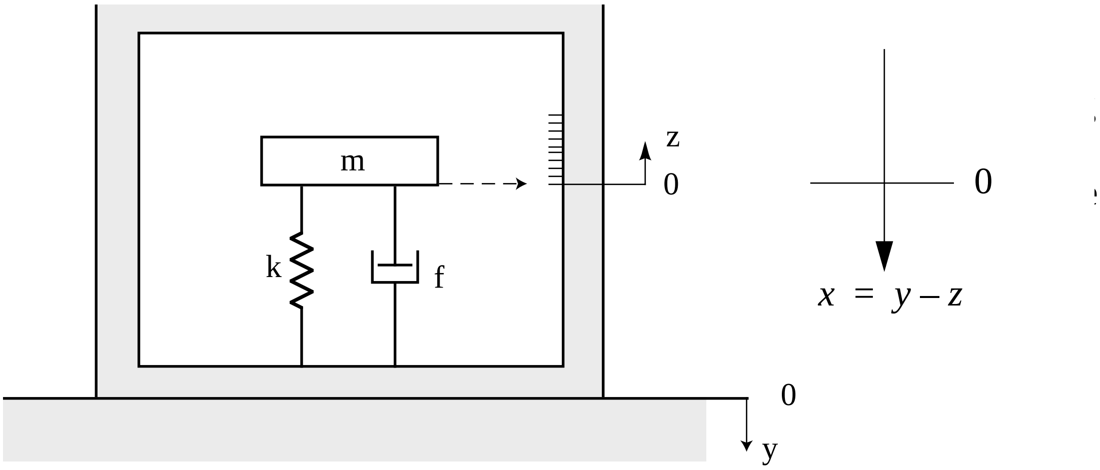
L'équation du mouvement présente finalement la forme:

$$f\dot{x} + kx - \frac{a}{b}F = 0$$

avec $x(0) = 0$ pour un système initialement relâché avec le levier en position horizontale.

<u>Hypothèses</u>: Ressort et tige sans masse
Ressort linéaire
Levier rigide et sans masse
Petits déplacements x

❑ Exercice 3



x: déplacement absolu de la masse (repère fixe)

a) Equation dynamique

Loi de mouvement de Newton:

$$m\ddot{x} = kz + f\dot{z}$$

$$m(\ddot{y} - \ddot{z}) = kz + f\dot{z} \qquad (1)$$

avec des conditions initiales appropriées, par exemple:

$$y(0) = \dot{y}(0) = 0$$

$$z(0) = \dot{z}(0) = 0$$

b) 2 cas spéciaux

L'équation *(1)* permet d'expliciter l'accélération $\ddot{y}$:

$$\ddot{y} = \ddot{z} + \frac{f}{m}\dot{z} + \frac{k}{m}z \qquad (2)$$

- Si k est grand (par rapport à m, f et 1), alors $\ddot{y} \sim z$
- Si m est grand (par rapport à f, k et 1), alors $\ddot{y} \sim \ddot{z}$