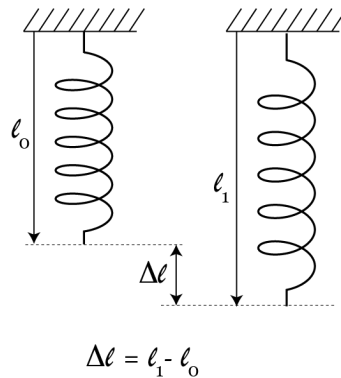


Éléments de compréhension autour de la notion de ressort de traction

Un ressort dit de traction est un ressort qui possède une longueur donnée au repos, notée ici ℓ_0 , et une constante de raideur notée k . Cette constante de raideur s'exprime en N/m (le Newton N étant l'unité dans laquelle est exprimée une force).

Considérons la figure ci-dessous



A gauche est représenté au repos un ressort de raideur k . Sa longueur est ℓ_0 ; aucune contrainte ou force n'est exercée sur ce dernier.

Le ressort étant un ressort dit de traction, celui-ci n'a pas vocation à être comprimé. Nous ne considérerons que le cas dans lequel il est étiré.

Si l'on tire sur l'extrémité libre de ce ressort, alors la longueur du ressort augmente. Mais si l'on relâche l'extrémité, alors la longueur reprend la valeur ℓ_0 . Cette propriété que possède un ressort de reprendre sa forme initiale sans déformation résiduelle est appelée élasticité.

1. Le ressort est de longueur ℓ_0 .
2. On tire sur le ressort pour que sa longueur atteigne la valeur ℓ .
3. On relâche.
4. Le ressort retrouve sa longueur ℓ_0 . Aucune déformation résiduelle n'est observée.

Lorsque le ressort est étiré, la différence entre sa nouvelle longueur et la longueur au repos est appelée "allongement du ressort". Cet allongement se note :

$$\Delta\ell$$

D'après la figure ci-avant, on constate, avec les notations choisies, que :

$$\Delta\ell = \ell_1 - \ell_0$$

Question : Pourquoi le ressort retrouve-t-il sa longueur initiale lorsqu'on le relâche ?

Lorsqu'on tire sur le ressort, une force de rappel appelée tension du ressort, notée T , s'oppose à la force de traction exercée sur ce dernier pour l'étirer. Cette tension T est proportionnelle à l'allongement imposé au ressort et est définie comme étant égale à : $k \times \Delta\ell$ où k est la constante de raideur du ressort.

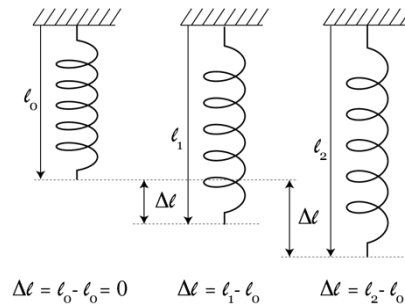
En résumé, la tension T et l'allongement $\Delta\ell$ sont reliés par une relation simple connue sous l'appellation de loi de Hooke :

$$T = k\Delta\ell$$

On note bien ici que la tension T est une force exprimée en N (Newton) puisque des N/m (unité dans laquelle est exprimée la valeur de k) multipliés par des m (unité dans laquelle est exprimé $\Delta\ell$) donnent des Newton.

exemple 1

Considérons un ressort de constante de raideur $k = 20 \text{ N/m}$. On suppose : $\ell_0 = 10 \text{ cm}$.



Lorsque le ressort est au repos (figure de gauche : aucun allongement), on a : $\Delta\ell = \ell_0 - \ell_0 = 0$.
Le ressort n'est le siège d'aucune tension puisque : $T = k\Delta\ell = 0$.

Supposons maintenant que l'on tire sur l'extrémité de ce ressort de longueur ℓ_0 au repos jusqu'à atteindre respectivement les longueurs $\ell_1 = 11 \text{ cm}$ et $\ell_2 = 15 \text{ cm}$.

Lorsque le ressort atteint une longueur de 11 cm, l'allongement est égal à : $\Delta\ell = \ell_1 - \ell_0$.

C'est-à-dire : $\Delta\ell = 1 \text{ cm}$.

Dans ce cas, la tension qui s'oppose à la déformation (allongement) du ressort est :

$$T = k\Delta\ell = 20 \text{ N/m} \times 0,01 \text{ m} = 0,2 \text{ N}$$

Lorsque le ressort atteint une longueur de 15 cm, l'allongement devient : $\Delta\ell = \ell_2 - \ell_0$.

C'est-à-dire : $\Delta\ell = 5 \text{ cm}$.

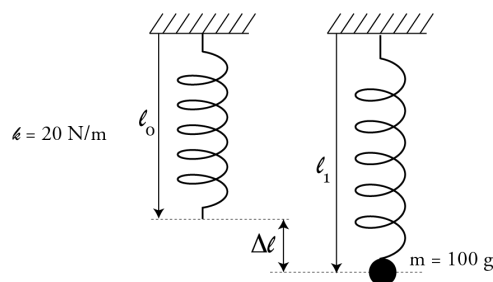
Dans ce cas, la tension qui s'oppose à la déformation (allongement) du ressort est accrue :

$$T = k\Delta\ell = 20 \text{ N/m} \times 0,05 \text{ m} = 1 \text{ N}$$

Plus l'allongement est grand, plus la tension est grande, tension T et allongement $\Delta\ell$ étant liés par la relation de proportionnalité $T = k\Delta\ell$.

exemple 2

Considérons le ressort de constante de raideur $k = 20 \text{ N/m}$.



Supposons que l'on accroche une masse de 100 g (0,1 kg) à l'extrémité de ce ressort de longueur ℓ_0 au repos et que nous relâchions l'extrémité.

Le ressort s'allongera d'une longueur $\Delta\ell$ sous l'effet du poids exercé par la masse.

Le poids de la masse étant donné par l'expression connue : $P = mg$ où $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ (accélération de la pesanteur), nous aurons donc ici : $P = 0,1 \times 10 = 1 \text{ Newton}$.

L'allongement du ressort induira une tension qui lui sera proportionnelle : $T = k\Delta\ell$.

Lorsque l'allongement $\Delta\ell$ aura atteint une valeur telle que T et P auront même valeur, le système se trouvera dans un état d'équilibre.

A l'équilibre, rappelons que la relation fondamentale de la statique stipule que :

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0}$$

D'où :

$$\vec{T} = -\vec{P}$$

Les vecteurs tension et poids seront donc opposés mais auront même norme à l'équilibre.

D'où : $T = P$ et $k\Delta\ell = mg$.

$$\text{Ainsi : } \Delta\ell = \frac{mg}{k} = \frac{1 \text{ N}}{20 \text{ N/m}} = \frac{1}{20} \text{ m} = \frac{5}{100} \text{ m} = 5 \text{ cm}.$$

Conclusion :

Le fait d'accrocher une masse de 100 g au ressort de constante raideur $k = 20 \text{ N/m}$ produira un allongement de 5 cm dudit ressort.