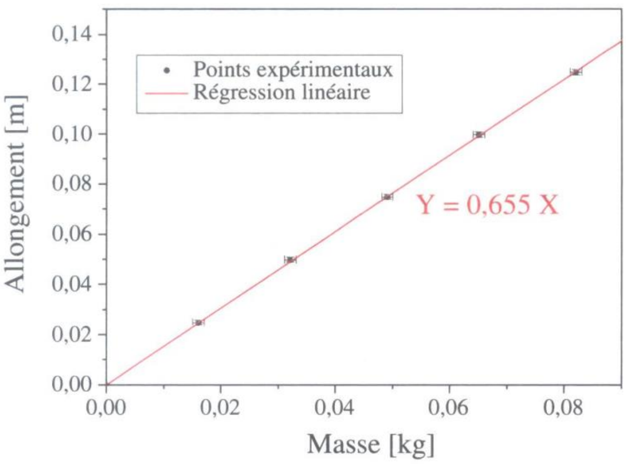
**Exercice 1. Oscillations libres d'un ressort**

Soit un ressort vertical de constante de raideur *k* inconnue et de longueur à vide $l_0=5cm$.

1) Un étudiant cherche à déterminer expérimentalement la valeur de la constante *k*. Pour cela, il trace l'allongement du ressort en fonction de la valeur de la masse *m* qu'il a accrochée au ressort et obtient le résultat illustré par la figure ci-contre. Une régression linéaire donne un coefficient directeur de *0.655*. En déduire la valeur de la constante de raideur *k*.




2) On accroche maintenant à ce ressort une masse $m=75g$, on écarte la masse de sa position d'équilibre d'une grandeur $z_0=4cm$ et on la lâche sans vitesse initiale. En considérant que le mouvement a lieu sans frottement, déterminer l'équation du mouvement $z=f(t)$ et donner la position de la masse par rapport à sa position d'équilibre *3s* après qu'il l'ait lâchée.

**Exercice 2. Système oscillant à deux ressorts**

Soit une masse *m*, attachée de chaque côté à deux ressorts de raideur respective $k_1$ et $k_2$ et le longueur à vide $l_{10}$ et $l_{2O}$, se déplaçant sans frottement suivant une direction horizontale *x'x*. A l'équilibre, les ressorts ont respectivement une longueur $l_{1e}$ et $l_{2e}$. L'origine *O* du repère *Ox* correspond à la position d'équilibre de la masse.

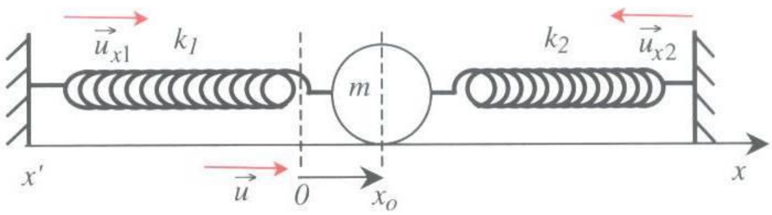



Schéma représentant la masse *m* et les deux ressorts lorsque la masse est écarté de la distance $x_o$ par rapport à sa position d'équilibre.

1. On écarte la masse m de sa position d'équilibre d'une grandeur $x_0$ et on la lâche sans vitesse initiale. Donner l'équation du mouvement $x=f(t)$.
2. Donner la constante de raideur *k* du ressort qui, attaché à la masse *m*, conduirait à la même équation du mouvement.

**Exercice 3.**

L'équation horaire du mouvement d'un oscillateur mécanique rectiligne et horizontal est donné par la relation suivante : $x(t) = 3cos\left(20t + \frac{\pi}{4}\right)$ avec x en cm et t en s.

a- Donner la période, la fréquence et l'amplitude des oscillations.

b- Donner l'expression de la vitesse et de l'accélération de l'oscillateur en fonction du temps.

c- Calculer les valeurs des amplitudes de la vitesse et de l'accélération.

d- Calculer la vitesse et l'élongation pour t = 0 et t = 4s

**Exercice 4. (Bonus) Analogie oscillations libres d'un ressort et oscillation de la charge dans un circuit LC**

Déterminer

1. l'équation différentielle régissant la charge électrique $q = di/dt$ dans un circuit LC.
2. L'équation différentielle régissant le mouvement d'une masse *m* attachée à un ressort horizontal de raideur *k* lorsqu'on néglige les frottements.

En comparant les 2 équations, faire l'analogie entre les deux systèmes. Quel est l'équivalent de la position *x* du ressort ? de la masse *m* ? de la raideur *k* ?

**Exercice 5. (Bonus) Signaux sinusoïdaux**

1. En utilisant la relation trigonométrique permettant de développer $cos(a + b)$, montrer que la solution de la forme $x(t) = x_0 cos(\omega t + \varphi)$ est équivalente à $x(t) = Acos(\omega t) + Bsin(\omega t)$.

2. Les trois signaux ci-dessous représentent l'élongation de trois systèmes ressort masse (différents ?), en fonction du temps. Attention on a commencé l'enregistrement après 200ms.
Pour chaque signal donner : la valeur Max, la période, la fréquence, la pulsation, les déphasages des signaux par rapport à une référence que vous choisirez (conseil : prendre $x_1(t)$ ), l'expression temporelle exacte. On demande donc $x_1(t); x_2(t); x_3(t)$ .