

§ La mécanique newtonienne

Je rappelle la formule de cinématique des mouvements uniformément accélérés

$$x - x_0 = \frac{1}{2} a^x t^2 + v_0^x t, y - y_0 = \frac{1}{2} a^y t^2 + v_0^y t \text{ et } z - z_0 = \frac{1}{2} a^z t^2 + v_0^z t \text{ réunies en une formule vectorielle}$$

$$\mathbf{r} - \mathbf{r}_0 = \frac{1}{2} \mathbf{a} t^2 + \mathbf{v}_0 t.$$

Ici, a^x , a^y et a^z sont les coordonnées du vecteur accélération \mathbf{a} .

Une division des deux membres par le carré du temps (ou ce qui revient au même une multiplication par son

inverse) donne $\frac{x-x_0}{t^2} = \frac{1}{2} a^x + \frac{v_0^x}{t}$, $\frac{y-y_0}{t^2} = \frac{1}{2} a^y + \frac{v_0^y}{t}$ et $\frac{z-z_0}{t^2} = \frac{1}{2} a^z + \frac{v_0^z}{t}$ puis une multiplication par 2 donne

$$2 \frac{x-x_0}{t^2} = a^x + \frac{v_0^x}{t}, 2 \frac{y-y_0}{t^2} = a^y + \frac{v_0^y}{t} \text{ et } 2 \frac{z-z_0}{t^2} = a^z + \frac{v_0^z}{t} \text{ et enfin une soustraction des quotients à droite donne}$$

$$2 \frac{x-x_0}{t^2} - \frac{v_0^x}{t} = a^x, 2 \frac{y-y_0}{t^2} - \frac{v_0^y}{t} = a^y \text{ et } 2 \frac{z-z_0}{t^2} - \frac{v_0^z}{t} = a^z. \text{ Ces résultats sont réunis en une formule vectorielle}$$

$$\frac{2}{t^2} (\mathbf{r} - \mathbf{r}_0) - \frac{1}{t} \mathbf{v}_0 = \mathbf{a}. \text{ On a démontré que si dans une expérience on mesure les positions initiales et finales, le}$$

temps et la vitesse initiale, on peut en déduire par calcul les trois coordonnées de l'accélération.

Dans la culture de son pays, l'Angleterre du XVII^e siècle, **une force est un pouvoir d'accélérer les corps**.

La définition britannique de la force mécanique est donc fondée sur l'accélération qu'elle produit.

Expérience de pensée : soient deux voies A et B parallèles et horizontales de chemin de fer de mine. Sur chaque voie est posé un wagonnet. Les deux wagonnets sont identiques et, vides, font chacun 20 **kg**.

Première expérience. Dans le wagonnet B on met 20 **kg** de sable. À deux mineurs on demande de donner la même accélération, c'est-à-dire dans le même temps la même vitesse. Après quelques essais, ils y parviennent. Quelle est la **force** de poussée la plus grande ?

Le B. Et combien de fois plus grande ?

Deux fois.

Deuxième expérience. On vide le wagonnet B. Aux deux mineurs on demande de donner au wagonnet B une accélération triple de celle de A, c'est-à-dire dans le même temps la vitesse acquise par B est trois fois plus grande que A. Après quelques essais, ils y parviennent.

Quelle est la **force** de poussée la plus grande ?

Le B encore.

Et combien de fois plus grande ?

Trois fois.

Pour respecter les résultats escomptés de ces deux expériences, NEWTON proposa de **définir** la force de poussée en multipliant la masse m par l'accélération produite \mathbf{a} , ce qui donne la loi **$\mathbf{F} = m \mathbf{a}$** , soit en détaillant les coordonnées **$F^x = m a^x$, $F^y = m a^y$ et $F^z = m a^z$** .

Les unités

L'unité d'une accélération est le **m s^{-2}** et celle des masses est le **kilogramme**, qui fut initialement définie comme la masse d'un **décimètre cube d'eau pure à 4°C** sous la pression ambiante.

L'analogie de la loi de NEWTON avec les unités est, si on écrit **N** (le **Newton**) l'unité des forces, **$\text{N} = \text{kg m s}^{-2}$** .