

La détermination de l'accélération d'une sphère métallique en chute libre à l'aide de 21 mesures pendant un parcours enregistré par le MOTU 828

de

Dr Franz Raemy

décembre 2010



Introduction de l'expérience « la chute libre »

L'expérience doit fournir la fonction lieu en fonction du temps à partir des mesures des positions et du temps. On obtient l'accélération mesurée g . La conservation de l'énergie décrit la transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique de la sphère.

Composantes de l'expérience

La figure 1 montre la sphère métallique retenue par le champ magnétique au point de départ, jusqu'au moment où on coupe le courant électrique. Les LEDs rouges sont séparées de 5 cm l'une par rapport à l'autre tel que sur un mètre de distance il y a 21 diodes pour les mesures du temps.

La figure 2 à droite montre l'alimentation, la boîte grise avec l'électronique du système et l'appareil digitale Motu 828, qui enregistre le signal provenant des capteurs lumineux. Le signal est envoyé à un PC ou MAC.

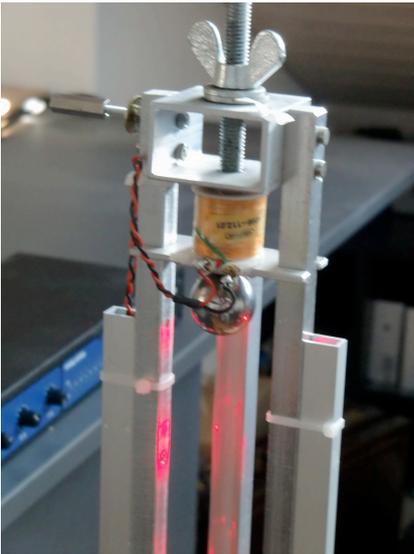


Figure 1 sphère métallique



Figure 2 L'électronique et l'appareil MOTU 828

Le diagramme vitesse - temps et le diagramme lieu - temps

La vitesse de la sphère est déterminée par la division distance par le temps. La distance entre deux capteurs SFH229 est de 5 cm.

La figure 3 montre le signal de la tension enregistrée pendant un parcours. L'ombre enregistré par un des 21 capteurs SFH229 engendré par la sphère provoque la chute de la tension à la valeur minimale. Ainsi on observe un signal pour chacune des transitions devant les capteurs séparées de 5 cm.

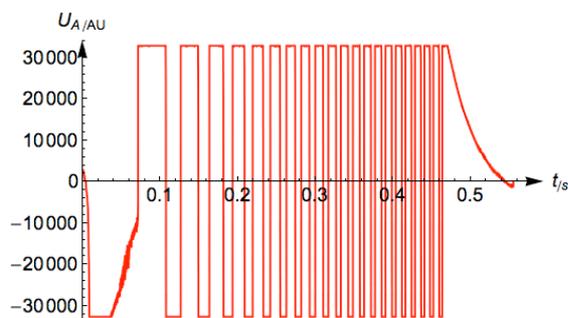


Figure 4 Le signal enregistré par le MOTU 828

Le programme Mathematica lit les valeurs, enregistrées au format AIFF.

Je traite le fichier AIFF par le programme Mathematica. Mathematica lit les valeurs et détermine les fonctions $v(t)$ et $x(t)$.

La vitesse en fonction du temps se manifeste sous la forme d'une droite montrée dans la figure 4a. Les mesures du chemin en fonction du temps sont représentées par les points rouges dans 4b. La ligne bleue représente la meilleure parabole ou l'intégrale de la fonction $v(t)$.

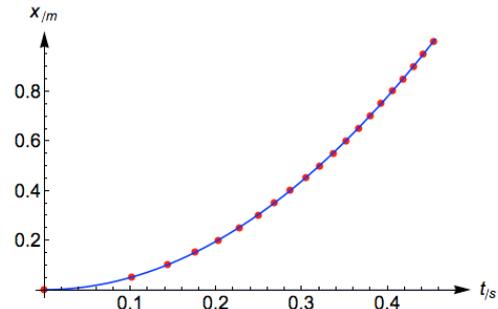
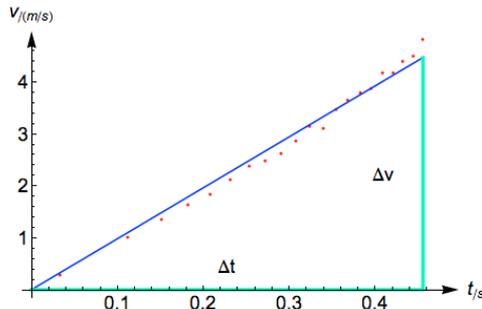


Figure 4

4a La vitesse en fonction du temps

4b chemin en fonction du temps

L'accélération constante g est déterminée par la pente de la droite montrée au diagramme $v(t)$. Notre expérience nous fournit l'accélération:

$$g = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 9,79 \text{ m/s}^2.$$

La vitesse v est une fonction linéaire du temps t et elle s'écrit.

$$v(t) = g \cdot t$$

Par sommation, l'intégration donc, on obtient le chemin en fonction du temps t .

$$x(t) = \int_0^t g \cdot t \cdot dt = g \frac{t^2}{2}$$

$$x(t) = \frac{g}{2} t^2 \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2x}{g}} \quad \Rightarrow \quad v(x) = g \sqrt{\frac{2x}{g}} = \sqrt{2gx} = \sqrt{2g} \cdot \sqrt{x}$$

La fonction $v(x) \sim \sqrt{x}$ est une fonction racine. Pour la valeur théorique de $a = 9,79 \text{ m/s}^2$, on a $\sqrt{2a} = 4,425 \frac{\sqrt{m}}{s}$

La mesure nous fournit $v(x)$ pour $\sqrt{2a} = 4,425 \frac{\sqrt{m}}{s}$

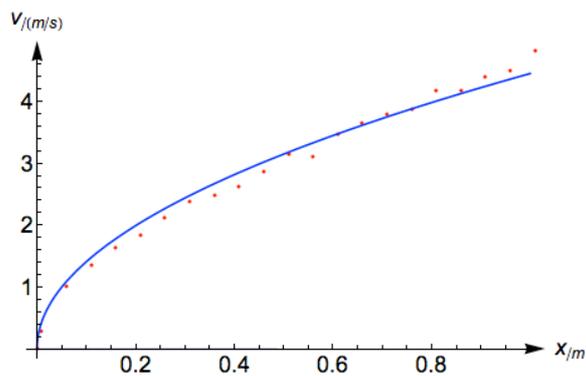


Figure 5 La vitesse en fonction du chemin.
(La courbe bleue est calculée et les points rouges sont des points mesurés)

L'électronique

L'électronique, capable de fournir un signal bien défini, est un développement de ma part. L'ombre de la sphère provoque une transition à la tension minimale de -2^{15} bit . La figure 7 montre l'appareil électronique avec les 6 lignes de commande pour les sorties et entrées (Exp), la sortie pour le Motu 828 et les deux interrupteurs pour les LEDs et du courant pour le champ magnétique B qui retient la sphère métallique.



Figure 7 L'appareil de commande

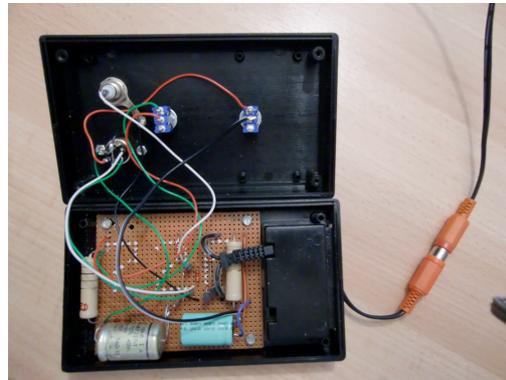


Figure 8 L'appareil de commande ouvert

La source de tension

L'alimentation de l'expérience peut se faire par les deux sources de tensions montrés dans les figures 9 ou 10. La tension doit être entre 12 et 15 Volts.

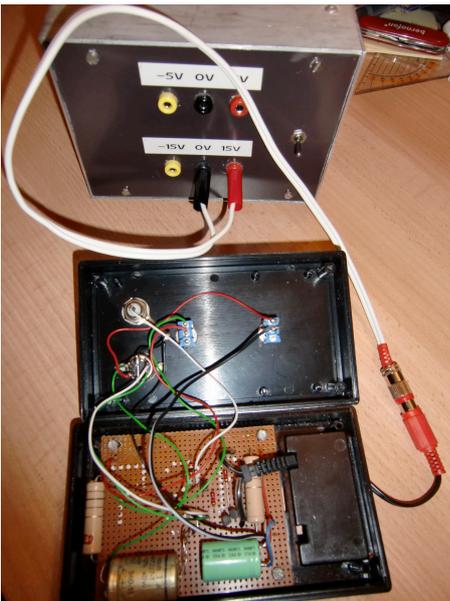


Figure 9 l'appareil ouvert et source de tension 15V

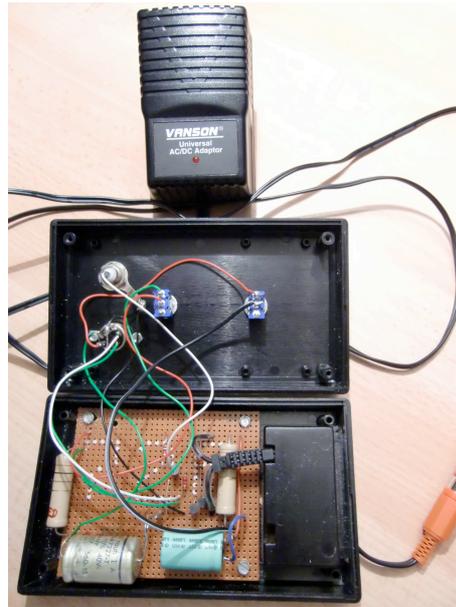


Figure 10 l'appareil ouvert et source de tension 12V