

La détermination de l'accélération gravitationnelle à l'aide de 21 mesures pendant une chute libre d'une sphère métallique enregistré par le SYSCOMP digitaliseur

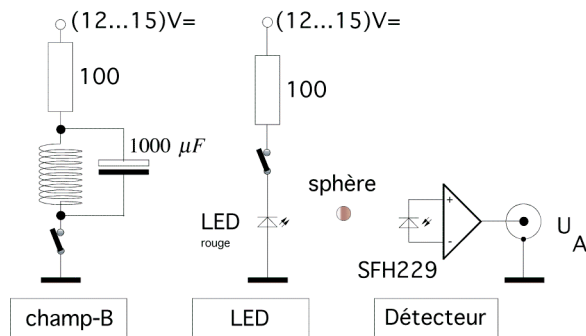
Dr Franz Raemy

octobre 2010



1 Schéma de l'expérience

La figure 1 montre l'expérience de la chute libre. Le champ magnétique B retient la sphère jusqu'à ce que l'on coupe le courant électrique. Les LEDs émettent la lumière en direction du détecteur. Si la sphère jette l'ombre sur un de capteurs SFH229, la tension U_A tombe de la valeur maximale à 0 Volts.



La figure 1 L'expérience de la chute libre

2 La détermination de la vitesse de la sphère

À partir du chemin parcouru par la sphère et le temps d'une transition devant un capteur, nous déterminons la vitesse en fonction du temps.

La distance de la chute qui engendre l'ombre sur le capteur SFH229 est donnée par $f = d - \frac{s}{2}$. La figure 3 explique cette distance. Le diamètre de la sphère vaut $d = 22,22 \text{ mm}$ et l'ouverture pour le montage du capteur SFH229 vaut $s = 3 \text{ mm}$.

La figure 3 explique la durée de l'ombre devant un des capteurs.

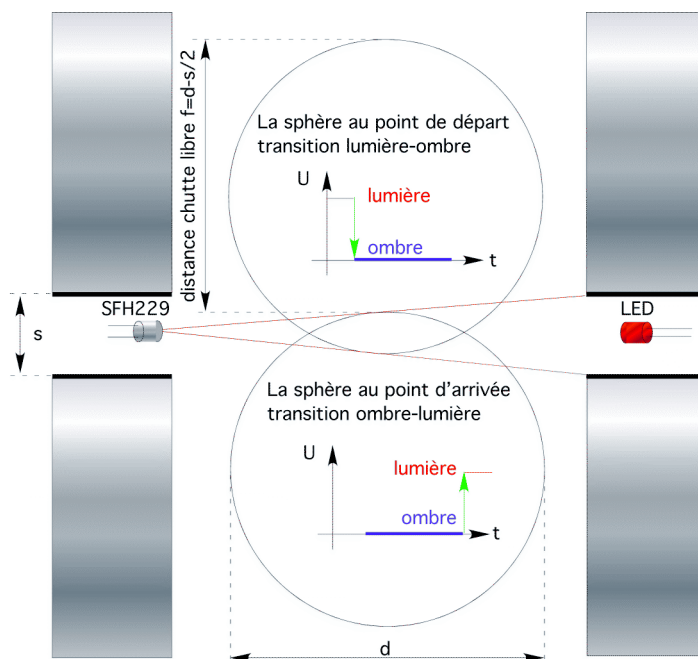


Figure 3 La position de la sphère au temps du départ et au temps d'arrivée

La figure 4 montre le signal de la tension enregistrée pendant une chute libre. L'ombre enregistrée par un des 21 capteurs SFH229, engendrée par la sphère, provoque la chute de la tension de la valeur maximale à zéro Volts. Ainsi on observe un signal rectangulaire

pour chacune des 21 transitions devant les capteurs séparées de 5 cm. La vitesse de la sphère est calculable par la division de la distance parcourue de la sphère par le temps écoulé pendant un passage devant un capteur. La valeur moyenne d'une transition est rapportée au temps central entre le temps du flanc négatif et du flanc positif.

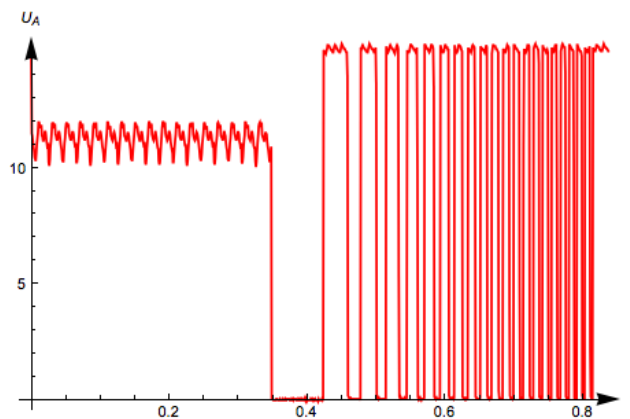


Figure 4 Le signal enregistré par l'oscilloscope Syscomp CircuitGear

3 Les mesures

La valeur corrigée de la chute libre pendant un passage devant un capteur et le temps de la chute libre définissent la vitesse au temps t .

t	v
0	0
0.0376832	0.274923573
0.1200128	1.099694293
0.1593344	1.487821691
0.190464	1.686197917
0.217088	2.107747396
0.2404352	2.299360795
0.2613248	2.529296875
0.2809856	2.529296875
0.2994176	2.810329861
0.3162112	3.161621094
0.3325952	3.161621094
0.34816	3.161621094
0.362496	3.61328125
0.3772416	3.61328125
0.3907584	4.215494792
0.4038656	4.215494792
0.4169728	4.215494792
0.4292608	4.215494792

Tableau 1 temps et vitesse

4 Le diagramme $v(t)$, vitesse en fonction du temps t

Le tableau 1 nous fournit les valeurs du diagramme $v(t)$ de la figure 5a. On observe que les points sont situés sur une droite. L'intégration fournit $x(t)$.

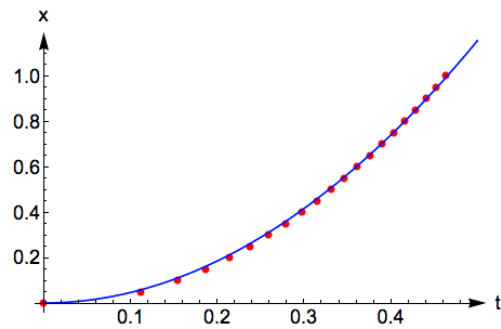
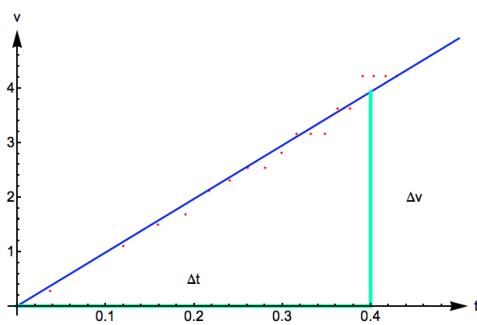


Figure 5

5a le diagramme $v(t)$

5b le diagramme $x(t)$

5 L'accélération gravitationnelle de cette expérience

La représentation de la figure 5a nous fournit la pente de la droite. Le résultat est appelé accélération gravitationnelle $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Déterminez la valeur de a .

6 Proposition

Représentez la courbe $v(x)$ comme démontré dans la figure 6. Vous obtenez le diagramme en calculant la coordonnée x à partir du temps t donné au tableau 1 et la formule.

$$x(t) = \int v(t) dt = \int a \cdot t \cdot dt = \frac{a}{2} t^2$$

La connaissance de l'endroit x permet la représentation des points $v(x)$ en fonction de x . La courbe continue est la représentation de la fonction donnée par $v(x)$.

$$x(t) = \int v(t) dt = \int a \cdot t \cdot dt = \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2x}{a}} \Rightarrow v(x) = a \cdot t = a \sqrt{\frac{2x}{a}} = \sqrt{2a} \cdot \sqrt{x}$$

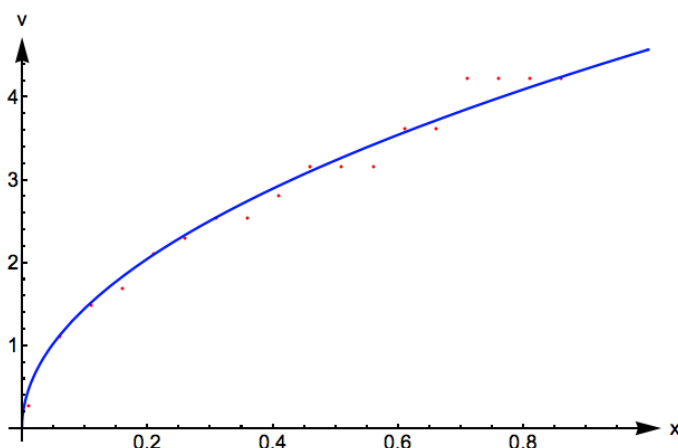


Figure 6 Le diagramme $v(x)$