Exercices sur la chute libre

« tough, top, …. fun ! »

…dans les deux exercices, il s'agit de déterminer g

Exercice de la lame vibrante T = 0,08 s

Une plaque sur laquelle est fixée une feuille de papier peut tomber suivant une guillotine : ***on peut voir ce matériel dans les vitrines du couloir des salles de Sciences Physiques au 2ème étage du bâtiment 1***.

Un crayon solidaire d'une lame vibrante oscillant suivant un mouvement périodique de période ***T*** laisse une trace sur le papier. On laisse tomber la plaque pendant que la lame oscille : on obtient le document en annexe.

Objectif : Déterminer la valeur de g

Aide :

Montrer que les espaces parcourus en des intervalles de temps égaux τ forment une suite arithmétique de raison $r = g\,\tau^2$ avec $\tau = T/2$.

Tracer avec Excel la(les) courbe(s) pertinente(s) ***pour déterminer g***

Questions :

1) Sur le document, quel est le référentiel ?
2) Le document étudie donc le mouvement de quoi par rapport à quoi ?

Information *… si les maths ne suivent pas **:***

*Une suite de nombres { $a_0, a_1, a_2 \dots a_i, \quad a_n$ } forme un une **suite arithmétique** si deux éléments consécutifs sont tels que $a_{i+1} = a_i + r$ (r s'appelle la raison de la suite)*

Exemple :

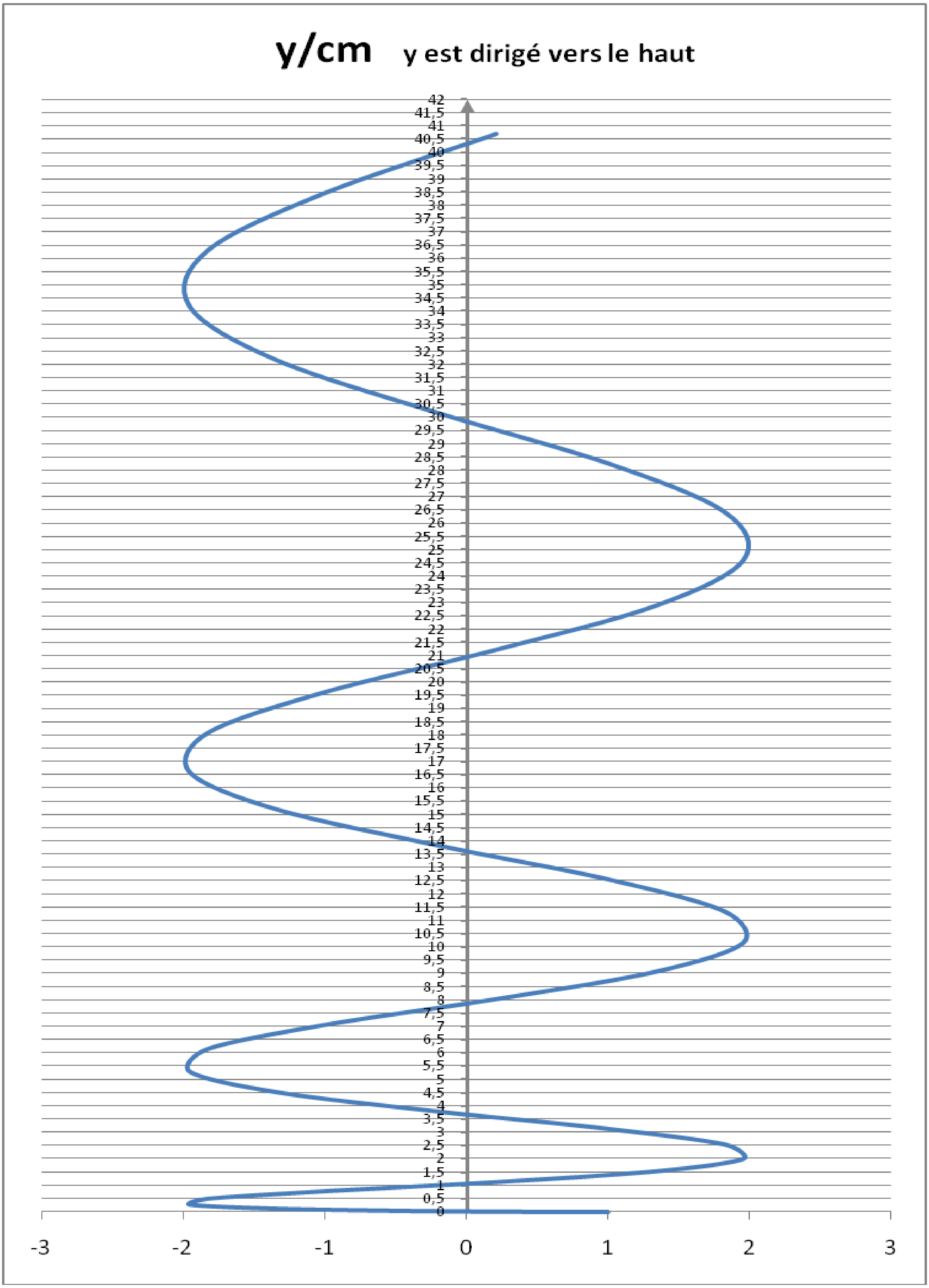
l'ensemble des entiers naturels pairs (ou impairs) constitue une série arithmétique de raison r = 2

*Une suite de nombres { $a_0, a_1, a_2 \dots a_i, \quad a_n$ } forme un une **suite géométrique** si deux éléments consécutifs sont tels que $a_{i+1} = a_i \times r$ (r s'appelle la raison de la suite)*

Exemple :

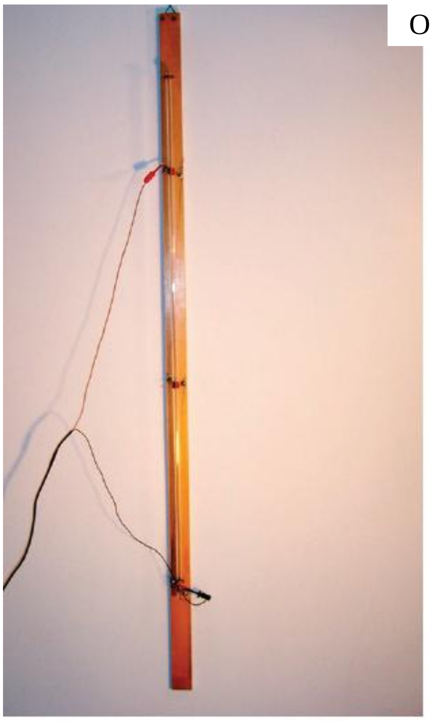
l'ensemble des puissances de 10 ($1=10^0$, 10^1, 10^2, etc) constitue une série géométrique de raison r = 10

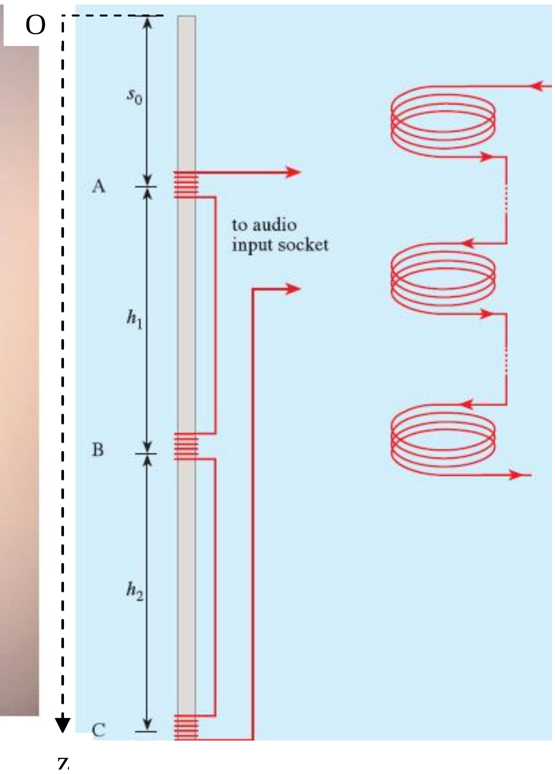
Document Annexe



Exercice 2 : TP chute libre

Le principal problème de l'étude expérimental de la chute libre est que la durée de chute sur une hauteur de l'ordre du mètre de l'ordre de 10^{-1} s . Il faut donc disposer d'appareil de mesure de temps très performant. En TP, on a utilisé une séquence video, mais à raison de 20 images/s, le Δt accessible est de l'ordre de 5.10^{-2} s. Pour améliorer la précision, il faudrait des dispositifs susceptibles d'avoir un Δt accessible de l'ordre de 10^{-3} s : un oscilloscope ou une saisie par l'intermédiaire d'un ordinateur permet d'accéder à cette incertitude sur la mesure de durée.





Soit le dispositif ci-contre:

Le dispositif est constitué d'un tube de verre autour duquel est enroulé à différentes hauteurs un fil.

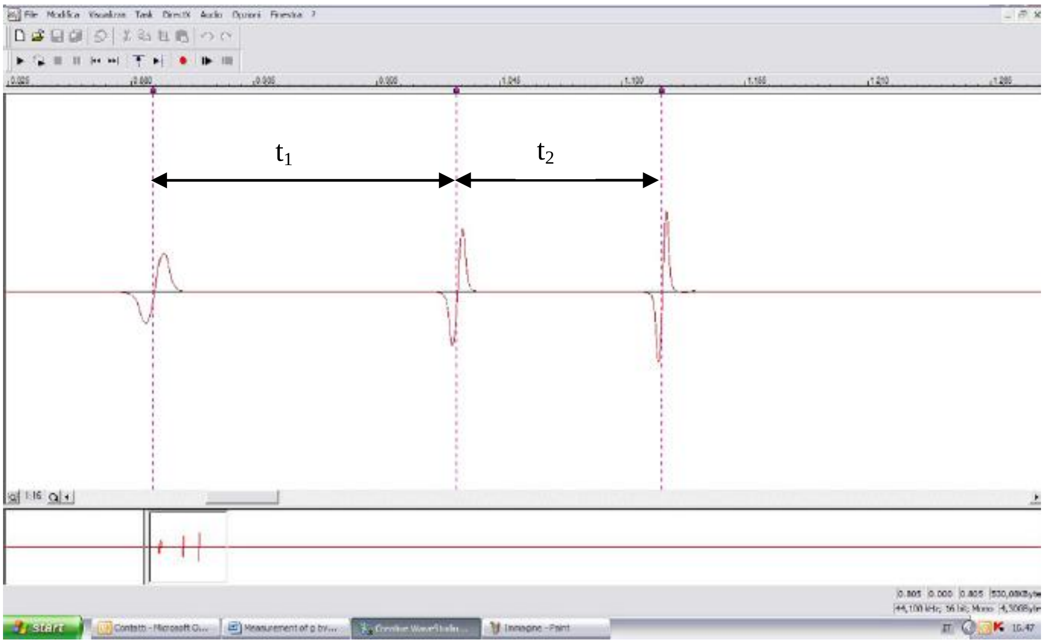
L'enroulement,, en trois endroit différents, est équivalent à trois petites bobines montées en série : le circuit est ensuite mis entre deux bornes d'une interface de mesure d'ordinateur.

On laisse ensuite tomber un aimant dans le tube. Au passage dans chaque petite bobine, une tension électrique apparaît qui est détectée par l'ordinateur.

On obtient à l'écran l'observation ci dessous.

1. En considérant l'axe z'z vers le bas (*schéma ci-dessus*), rappeler , pour la chute libre, la relation entre z : la hauteur de chute , t, et g : l'accélération de la pesanteur terrestre en supposant que la vitesse initiale v_0 en O est :

a) Nulle b) non nulle



2. Montrer que dans les conditions de l'expé-rience, l'accélération de la pesanteur terrestre peut se mettre sous :

$$g = \frac{2\left(\frac{h_2}{t_2} - \frac{h_1}{t_1}\right)}{t_2 + t_1}$$

(*Aide : exprimer z_A, z_B et z_c puis déduire h_1 et h_2*)

3. Ce résultat dépend-il de la position de la première bobine s_0 ? de la vitesse initiale v_0 ?
4. Calculer g

Montrer que l'incertitude relative sur g a pour expression : $\frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{2}{(t_1+t_2)}\right)^2 x \left\{\left(\frac{1}{g}\right)^2 \left[\Delta h^2 \left(\frac{1}{t_1^2} + \frac{1}{t_2^2}\right) + \Delta t^2 \left(\frac{h_1^2}{t_1^4} + \frac{h_2^2}{t_2^4}\right)\right] + \frac{\Delta t^2}{2}\right\}}$

5. Calculer l'incertitude relative puis absolue sur g

Données expérimentales :

A l'écran $t_1 = 0{,}135$ s et $t_2 = 0{,}116$ s ($\Delta t = 0{,}002$ s) et sur une règle $h_1 = 0{,}300$ m et $h_2 = 0{,}400$ m ($\Delta t = 0{,}005$ m)

Annexe II sur l'incertitude absolue sur une grandeur calculée

On se limite ici aux quatre opérations arithmétiques. Soient les symboles suivants :

x; , le résultat du calcul permettant de calculer la grandeur X qui est une fonction des paramètres ***a, b et c.***

s_x; l'incertitude sur x

s_a, s_b & s_c; les incertitudes absolues sur les paramètres a, b et c.

L'addition et la soustraction :

x = a + b – c

$$s_x = \sqrt{s_a^2 + s_b^2 + s_c^2 + \ldots}$$

La multiplication et la division :

x = a × b / c

$$s_x = x \cdot \sqrt{\left(\frac{s_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{s_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{s_c}{c}\right)^2 + \ldots\ldots}$$

ou relation sur l'incertitude relative

$$\left(\frac{s_x}{x}\right)^2 = \left(\frac{s_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{s_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{s_c}{c}\right)^2 + \ldots$$