TITRE : Chute libre.

Étudiants : Lise Boulenègre & Raphaël Rullan

LP associées : LP8 - LP20 : Conservation de l'énergie / LP14 : Gravitation et poids. ~~LP17 : Mouvement et interactions~~

Bibliographie :

R. Duffait CAPES de Sciences Physiques 3e édition p 239.

Objectifs de la manipulation :

- Vérifier la dynamique de la chute libre prédite par les lois de la mécanique classique.
- Montrer le rôle dissipatif des frottements.

Matériel & sécurité :

- ordinateur + Regressi
- billes en métal de masse m
- système Jeulin d'étude de chute bille (potence, chronocapteur, chronocompteur)
- interrupteur
- alim continue

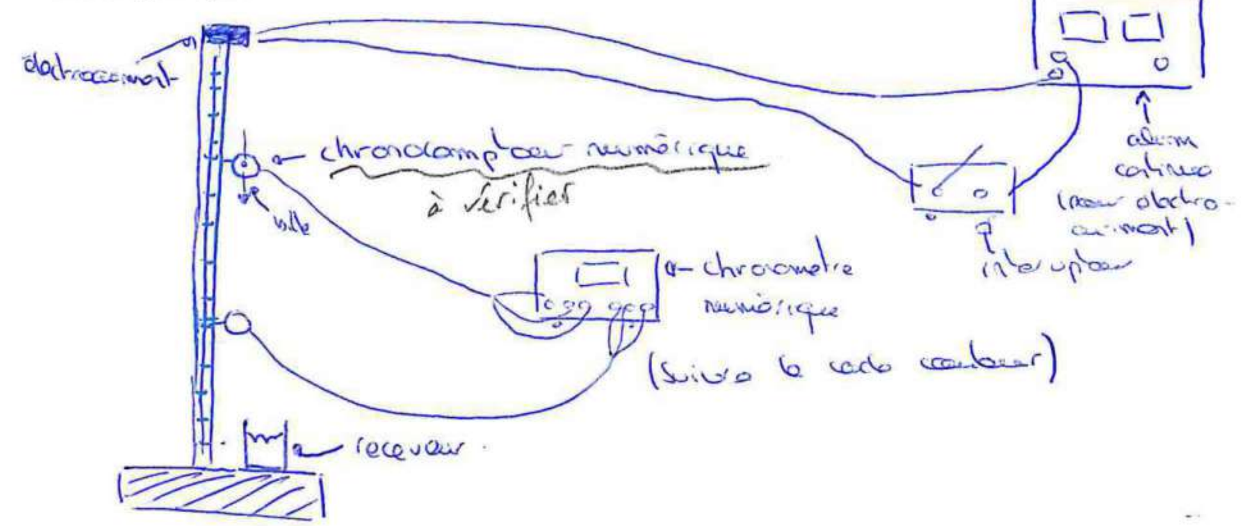
Spécificités du matériel, trucs et astuces :

⚠ Ne pas mettre un courant de plus de 1A dans la bobine.
La bille a tendance à ne pas tomber dans le receveur.

Consignes pour la prise de mesure :

- On mesure δt en fonction de h. On prend Δh entre deux mesures de 5cm.
On prend une distance de mesure sur Regressi.
On trace $h = f(t^2)$.

Schéma de principe :



Protocole, résultats et exploitation :

Système : bille de masse m

Référentiel : terrestre supposé galiléen ✓

Bilan des forces : Poids $\vec{P}$ (on néglige les frottements dans un premier temps).

$$m\vec{a} = \vec{P}$$

on projette selon $\vec{u}_z$.

$$\begin{cases} m \times a = m \times g \\ \vdots \end{cases}$$

on intègre:

$$\{ v = gt + v_0$$

on a v_0 une constante (on ne bouge pas le déclencheur du haut donc v_0 est toujours le même ici). ✓

On intègre:

$z_n - z_0$ $\{ z = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 t + z_0$

On modélise par une parabole comme ça on obtient $\frac{1}{2}g$, v_0 et z_0.

On essaye avec deux billes différentes pour voir l'influence des frottements.

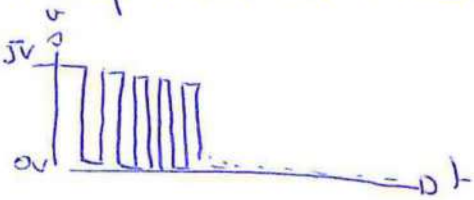
Protocole, résultats et exploitation :

avec la grosse bille, on trouve $\frac{1}{2}g = (5,5 \pm 0,5)\ m.s^{-1}$
↳ détailler

avec la petite bille $\frac{1}{2}g = (4,7 \pm 0,5)\ m.s^{-2}$

→ on est plus proche de la vraie valeur avec la petite bille mais on sait que les frottements fluides vont dépendre de la taille de la bille. ⚠ Évolution de g dans le mauvais sens, on n'observe pas l'effet des frottements aux incertitudes près
⇒ 1ère illustration des frottements.

2ème expérience : on utilise une réglette  On utilise le même montage mais on utilise Latis pro pour l'acquisition. On obtient une "courbe" à l'allure suivante :



Les raies correspondent au passage des bandes sombres et claires. Elles se rapprochent et sont plus fines parce que v ↗.

⚠ Il peut s'avérer difficile de faire bien passer la réglette entre les capteurs. Lâcher à la main plus efficace.

On utilise la fonction SEUIL pour déterminer les écarts entre deux raies et remonter à v.
On cherche à tracer $v = f(t)$ (on est censé avoir une droite).
On peut créer un tableau d_n avec la fonction Rampe correspondant à la distance entre deux valeurs seuil et tracer $d_n = f(t_n)$ devrait donner une parabole

d_n = Rampe(1,30,30) * a avec $a = \frac{14 \times 10^{-2}}{37} = 0,37$ cm

⚠ éviter Latis Pro. dur à trouver les données.

Commentaires, questions, remarques :

Avec la réglette plusieurs mesures possibles. Le tout est d'être clair dans la démarche, que mesure-t-on, résultat attendu dans un cas et l'autre.

Sans frottement

$$z(t) = \frac{1}{2} g t^2 + v_0 t + z_0$$

$$\dot{z}(t) = g t + v_0$$

Avec

$$m\ddot{z} = mg - \lambda \dot{z}$$

$$\ddot{z} + \frac{\lambda}{m}\dot{z} = g$$

$$\dot{z}_h = A e^{-\frac{\lambda}{m}t} \qquad \dot{z}(t=0) = v_0 \Rightarrow A + B = v_0$$

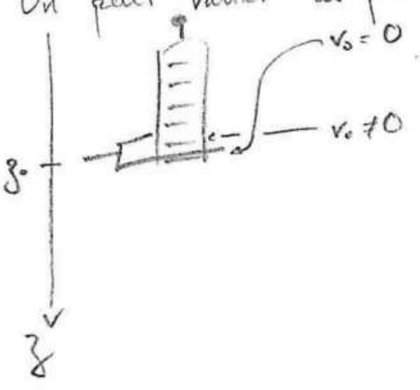
$$\dot{z}_p = cste = B \qquad \dot{z}(t=+\infty) = B = v_\infty = \frac{gm}{\lambda}$$

$$\dot{z}(t) = v_\infty \left(1 + \frac{v_0 - v_\infty}{v_\infty} e^{-\frac{\lambda}{m}t}\right)$$

$$z(t) = v_\infty\left(t + -\frac{m}{\lambda}\frac{v_0 - v_\infty}{v_\infty} e^{-\frac{\lambda}{m}t}\right)$$

① On peut tracer $z(t)$, on a # capteurs × # traits points

On peut varier les positions des capteurs pour compléter la courbe



D'après les expressions (et l'intuition), on voit les frottements à grand t donc confirmer les 2 "régimes"

② Tracer $\dot{z}(t)$, même exp

③ Autres

Questions :

① Type de frottement ? Expression générale ? Dépendance avec la forme ?

② Justification approximation référentiel galiléen ? ODG rotation T. c Pendule de Foucault