Commentaires LP05 : Loi de conservation en dynamique

7 juin 2019

Lagoin Marc & Ramborghi Thomas

Alternative pour l'étude énergétique d'un pendule : Cette expérience a été très critiquée pendant le passage de Clément à l'oral. Nous pouvons donc la remplacer par l'étude de la chute livre qui nous avait donné des plutôt bon résultat en TP d'après mes souvenirs. Il est possible de faire la même expérience avec une règle transparente présentant des traits opaques. La mesure se fait une seul fois mais je ne sais pas si elle marche bien mais d'après Victor c'est nice. Pour plus d'info, voir Duffais Capes (couverture bleu) page 242. L'expérience est répétitive et peut être demandé d'être fait aux techniciens. Je donne ici la partie du fascicule de TP portant sur la chute libre :

Nous proposons ici d'étudier le mouvement de chute libre d'une bille dans le référentiel terrestre supposé galiléen. En notant v_0 la vitesse de la bille à l'instant $t = 0$, supposée verticale et dirigée vers le bas, et g l'accélération de la pesanteur :

$$z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 - v_0 t \tag{1}$$

Nous utiliserons ici le dispositif P78.4, schématisé en 1. Il est composé d'une règle verticale sur laquelle il est possible de fixer des détecteurs optiques de passage P96.27. Ces détecteurs optiques sont constitués d'une diode laser IR et d'un phototransistor.

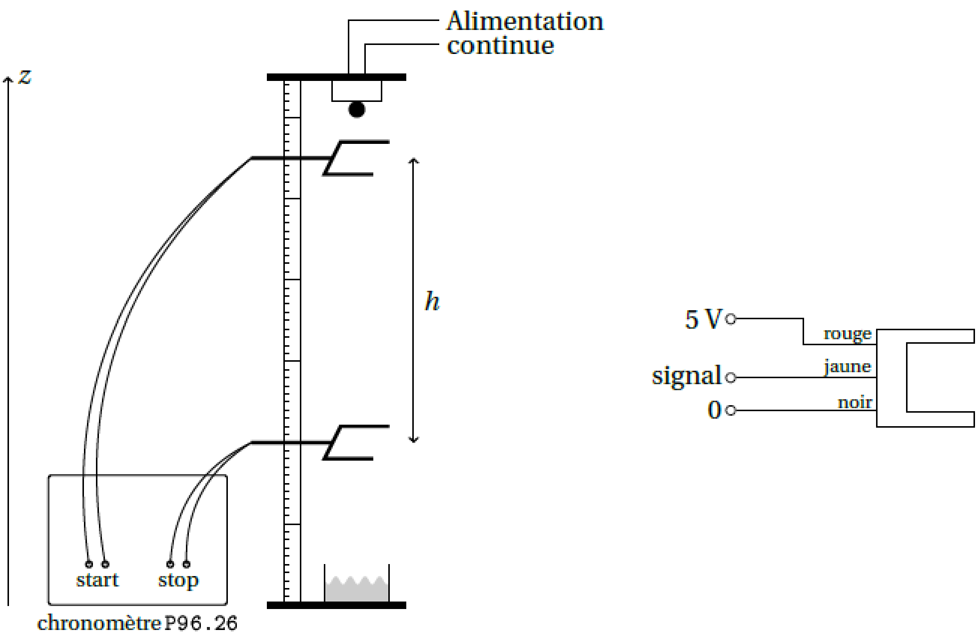

Figure 1 – À gauche, schéma du dispositif expérimental pour l'étude de la chute libre. À droite, branchement des fourches optiques Jeulin P96.27. Cette image (comme les explications) sont tiré du poly de Jérémy Ferrand.

Lorsque le faisceau émis par la diode laser est coupé par un objet opaque, le phototransistor est dans l'état bloqué et la tension alors observée est de 5V. Elle est de 0V sinon (voir notice P96.27). L'électroaimant placé au-dessus permet de maintenir la bille en hauteur.

Placer deux capteurs P96.27 sur la règle P78.4, le premier à environ 5cm de l'électroaimant, et le second à une distance quelconque. Régler la verticalité de la règle à l'aide d'un fil à plomb P96.19. Avec une alimentation continue(P53.20 par exemple), délivrer 1A dans la bobine. Placer un récipient avec de la mousse sous les capteurs pour récupérer la bille. Placer la bille en dessous de l'électroaimant.

Relier les fils Signal et Masse du premier capteur aux bornes Départ d'un chronocompteur P96.26, réglé sur Ouverture, et les fils du second capteur aux bornes Arrêt réglé sur Ouverture. Sélectionner le mode chrono. Relier les deux fils Alimentation aux bornes rouges $3,5$V.

Éteindre l'alimentation : la bille tombe. Noter le temps de chute correspondant. Pour différentes distances h entre les deux capteurs, relever les temps de chute t_c correspondants.

Peser la bille de masse m avec une balance P97. Définir la vitesse $v = diff(h,t)$ sous Régressi, puis les énergies cinétique $Ec = 0.5 * m * v * v$, potentielle $Ep = -m * g * h$ et mécanique $Em = Ec + Ep$ (la masse intervient de la même façon pour Ec et Ep, sa valeur n'est pas cruciale).

L'énergie potentielle est définie à une constante additive près. On observe que l'énergie mécanique est constante : l'énergie potentielle décroît tandis que l'énergie cinétique croît.

Démo obtention des équations 13 : Nous partons de l'équation 11 :

$$\begin{aligned}
(m_1 + m_2)\,\overrightarrow{OG} &= m_1\,\overrightarrow{OM_1} + m_2\,\overrightarrow{OM_2} \\
-m_2\,(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OM_2}) &= m_1\,(\overrightarrow{GO} + \overrightarrow{OM_1}) \\
m_1\,\overrightarrow{GM_1} &= -\,m_2\,\overrightarrow{GM_2} \\
m_1\,\overrightarrow{GM_1} &= -\,m_2\,(\overrightarrow{GM_1} + \overrightarrow{M_1M_2}) \\
(m_1 + m_2)\,\overrightarrow{GM_1} &= -\,m_2\,\overrightarrow{M_1M_2} \\
\overrightarrow{GM_1} &= \frac{-\,m_2}{m_1 + m_2}\,\overrightarrow{M_1M_2}
\end{aligned}$$

Récap vitesse de libération : Voir la page qui est dédiée au sujet sur Wikipédia.

Équation d'une conique : nous partons de l'équation obtenue, à savoir :

$$r = \frac{p}{1_{,} + e\,\cos(\theta)} \tag{2}$$

Cette expression est donnée en coordonnée polaire. Pour passer en coordonnées cartésienne, nous posons :

$$x = r\,\cos(\theta) \quad \text{et :} \quad y = r\,\sin(\theta) \tag{3}$$

Nous obtenons alors :

$$\begin{aligned}
\sqrt{x^2 + y^2} &= \frac{p}{1 + e\,\dfrac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}} \\
\sqrt{x^2 + y^2} + e\,x &= p
\end{aligned}$$

D'où :

$$\begin{aligned}
x^2 + y^2 &= (p - e\,x)^2 \\
&= p^2 + e^2\,x^2 - 2\,e\,p\,x \\
x^2\,(1 - e^2) + y^2 &= p^2 - 2\,e\,p\,x
\end{aligned}$$

Plusieurs cas de figures :

- si $e = 1$, alors nous obtenons $y^2 = p^2 - 2\,e\,p\,x$ qui est l'équation d'une parabole.

- si $e < 1$, alors nous pouvons réécrire l'équation sous la forme : $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ qui est l'équation d'une ellipse.
- si $e > 1$, alors nous pouvons réécrire l'équation sous la forme : $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ qui est l'équation d'une hyperbole.
- si $e = 0$, alors nous pouvons réécrire l'équation sous la forme : $x^2 + y^2 = R$ qui est l'équation d'un cercle.