MP 01 Dynamique newtonienne

Naïmo Davier

Agrégation 2019

Contents

1 Principe fondamental de la dynamique

On utilise le banc pasco.

Remarque : La composante tangentielle du frottement solide étant proportionnelle à la masse, on aura intérêt à ne pas charger les oitures pour avoir de meilleurs résultats.

1.1 Mesure de g

On incline le banc à l'aide d'un élévateur, et on mesure l'angle d'inclinaison α avec un outils composé d'un rapporteur et d'un niveau à bulle. On place alors la voiturette, déchargée du coté surélevé, et on la laisse descendre sous l'effet de la gravité. On mesure alors une accélération constante depuis l'interface : utiliser l'accélération basée sur la dérivée de la position (elle même mesurée grâce à la rotation des roues), il existe aussi un capteur d'accélération "absolue" qui prend déjà l'accélération de la pesanteur en compte : pas pertinent ici.

On connait α et l'accélération selon l'axe du banc a : on en déduit alors

$$g = \frac{a}{\sin\alpha} \tag{1}$$

On peut estimer l'angle sur l'angle à partir de notre lecture, et on peut regarder si la valeur de l'accélération mesurée fluctue pour y associer une incertitude. On a alors, en notant $g = f(a, \alpha)$

$$u(g)^2 = \sum_i \left(\partial_i f\ u(i)\right)^2 = \frac{u(a)^2}{\sin^2\alpha} + \frac{a^2 u(\alpha)^2}{\tan^2\alpha\sin^2\alpha} \tag{2}$$

$$\implies \left(\frac{u(g)}{g}\right)^2 = \left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(\alpha)}{\tan\alpha}\right)^2 \tag{3}$$

1.2 Vérification du PFD

On conserve le banc incliné. On prend une voiturette que l'on charge, que l'on équipe d'un embout avec un crochet permettant de mesurer une force, et que l'on lie à un coté du banc à l'aide d'un ressort (prendre un "long mou" pour avoir des oscillations lentes). On peut alors mesurer la force sur le crochet en fonction du temps $F(t)$ et l'accélération selon l'axe du banc a(là encore liée à la position) et alors calculer dans l'onglet "calculatrice"

$$D(t) = ma(t) - F(t) + mg\sin\alpha \tag{4}$$

où la valeur du terme constant $mg\sin\alpha$ peut être calculée à partir de la valeur de g précédemment déterminée. On a normalement $D(t) = 0\ \forall t$, dans la pratique D oscille autour de zéro, on pourra donc regarder la valeur de

$$n = 100\,\frac{\max(D)}{\max(F)} \tag{5}$$

On montre alors qu'on vérifie le PFD à $n\%$.

2 Collision élastique

On utilise là encore le banc. On installe les "pare-chocs aimantés" sur les voiturettes, on les charges différemment et on les fait entrer en collision. On vérifie alors que la quantité de mouvement totale

$$P = m_1 v_1 + m_2 v_2 \tag{6}$$

est conservée. Là encore la mesure n'est pas absolue, il faut regarder la valeur de

$$n = 100\,\frac{\max(P) - \min(P)}{\langle P \rangle} \tag{7}$$

et on a ainsi une vérification de la conservation de la quantité de mouvement lors d'une collision élastique à $n\%$.

On peut aussi se servir des scratch pour mimer un type de collision différente où les voiturettes vont rester collé après l'impact.

3 Pendule pesant

On a pendule fait d'une tige métallique de longueur L cm et de masse m, fixée à l'une de ses extrémités à un potentiomètre. On y ajoute une masselotte M à la distance l du centre de rotation. On applique alors le théorème du moment cinétique

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M} \tag{8}$$

ou niveau du centre de rotation, avec comme seul moment celui du poids sur la tige et la masselotte. On a ainsi, en désignant par θ l'angle que la barre fait avec la verticale, le TMC qui s'écrit

$$(I_b + I_m)\dot{\theta} = \left(m\frac{L}{2} + Ml\right) g \sin\theta \tag{9}$$

si on se place pour de petites oscillations on a alors la pulsation qui s'écrit

$$\omega^2 = \frac{mL/2 + Ml}{mL^2/3 + Ml^2} g \tag{10}$$

qui est une expression assez compliquée. On constate cependant que pour $M \gg m$ et $l \geq L/2$ on retrouve le cas du pendule simple

$$\omega^2 \simeq \frac{g}{l} \tag{11}$$

Donc on sait que lorsqu'on va tracer

$$\frac{\omega^2}{g} = f(l) \tag{12}$$

on s'attend à avoir une allure en $1/l$ lorsque $L/2 \leq l \leq L$.

Il faut, pour que régressi arrive à converger, bien couvrir l'intervalle $l \in [0, L]$, et on pourra alors vérifier la cohérence de la théorie en remontant à une valeur de M en modélisant la courbe obtenue par la fonction (10), que l'on comparera à la valeur obtenue à l'aide d'une balance.