

MPO1

Avril 2013

Marc Grapin

Maxime Perrier

Introduction:

La mécanique Newtonienne repose sur 3 principes: inertie, PFD, Action Réaction.

Nous allons les illustrer par dans un premier temps une étude de systèmes "isolés":

Conservation quantité de mouvement

Conservation du Moment cinétique

Conservation de l'Energie.

Puis nous allons utiliser "au mieux" deux dispositifs classiques: chute de règle, pendule pour déterminer aussi précisément que possible g sachant que la gravimétrie (en unités CGS $g = 981 \text{ gal}$, anomalies maximales: 300 mgal , caverne 10 mgal , marée terrestre $0,1 \text{ mgal}$) utilise de simple pendule micromécanique à lames.

I Table à coussin d'air.

1) Etude du frottement résiduel:

Régler la table: 2 horizontalité par niveau à bulle, vérification au toucher pas de miette, vérification peu de mouvement des mobiles posés. Attention aux noeuds de fils.

1^{er} lancer, $\Delta t = 20 \text{ ms}$, ça fait une droite

Prise des distances de 5 en 5:

Points	2 - 7	7 - 13	13 - 18	18 - 23	23 - 28	28 - 33
distance Sp	6,55 cm	6,50 cm	6,45 cm	6,40 cm	6,20 cm	6,15 cm
Moyenne lpt	1,31	1,30 cm	1,29 cm	1,28	1,24	1,23 cm
Vitesse	0,65 m/s			0,64 m/s	0,62 m/s	

Baisse régulière

anomalie.

Perte d'environ $+7 \cdot 10^{-2} \text{ m/s/m}$

Sait $-3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ sur 5 cm.

C'est un biais que nous utiliserons en général comme une incertitude vu son indétermination.

29) Choc "Elastique"

Un palet lesté avec ressort, un palet sans lest avec ressort.

Choc à 3 mains, $\Delta t = 40 \text{ ms}$.

$M = 1,3954 \pm 10^{-4} \text{ kg}$

$m = 0,6230 \pm 10^{-4} \text{ kg}$.

Repérer sur $8\Delta t \approx 10 \text{ cm} = 2 \times 5 \text{ cm}$, biais $= -3 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$

$A_1, A_2, B_1, B_2, A_3, A_4, B_3, B_4$

Tracer en O_1 , intersection de A_1A_2 et A_3A_4 ,

$\overrightarrow{MA_1A_2}$ et $\overrightarrow{MA_3A_4}$ puis la somme : soient images de $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$ et $\vec{P}_1 + \vec{P}_2$.

idem après le choc $m B_1B_2$ et $M B_3B_4$, cad image de $\vec{P}_1'$ et $\vec{P}_2'$ $\vec{P}_1'$ et $\vec{P}_2'$, à partir de O_2 .

Mesurer $|\vec{P}_1 + \vec{P}_2|$ et $|\vec{P}_1' + \vec{P}_2'|$. Ils doivent être de même orientation et même longueur.

Évaluation des v_i, p_i, E_{ci} :

$$\frac{\Delta v}{v} = \sqrt{(\text{biais})^2 + \left(\frac{\Delta l}{l}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t}{t}\right)^2} = \sqrt{(5 \cdot 10^{-3})^2 + \left(\frac{10^{-3}}{10^{-1}}\right)^2 + (10^{-3})^2} = 10^{-2}$$

	A_1, A_2	A_3, A_4	B_1, B_2	B_3, B_4
pm $A_i A_j$	$11,8 \cdot 10^3 \pm 10^3$	$12,7 \cdot 10^3 \pm 10^3$	$10,7 \cdot 10^3 \pm 10^3$	
cm $\sqrt{m A_i A_j}$	$7,35 \pm 0,05$	$17,7 \pm 0,1$	$6,6 \pm 0,1$	
m/D V_i	$0,363 \pm 4 \cdot 10^{-3}$		$0,384 \pm 4 \cdot 10^{-3}$	
kg m/D P_i	$0,230 \pm 3 \cdot 10^{-3}$		$0,208 \pm 3 \cdot 10^{-3}$	
J E_{ci}	$0,032 \pm 5 \cdot 10^{-3}$		$0,035 \pm 5 \cdot 10^{-3}$	
J E_{cTotal}				

Conclusion sur la conservation de $\vec{p}$:

Conclusion sur la nature élastique du choc:

39 Mouvement à Force centrale.

But: Vérifier la conservation du Moment cinétique, la conservation de l'Energie.

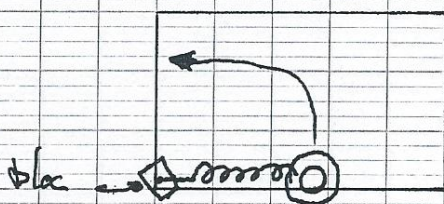
a) Le ressort: Pendu à la patence, le long du fil à plomb, différentes masses, différents allongements, ce faisant on néglige son poids propre, $F = f(l)$

$$F = k l - b, \quad k = 3, \frac{1}{\text{cm}} \text{ N/m} \pm 0,1$$

$$b = 0,593 \pm 0,01 \text{ N}$$

(biais masse propre du ressort).

b) dispositif



$$\Delta t = 40 \text{ ms.}$$

$$m = 0,7049 \pm 10^{-4} \text{ kg}$$

Tracer de R_1, R_2, R_3, d, d_1

On en déduit : $\theta = 2 \operatorname{Arcsin} \left(\frac{d}{2d_1} \right)$

$$\dot{\theta}_e = \frac{\theta}{\Delta t}$$

$$\dot{r}_e = \frac{R_3 - R_1}{\Delta t}$$

$$C_e = R_2^2 \dot{\theta}_e^2$$

$$E_{ce} = \frac{1}{2} m (R_2^2 \dot{\theta}_e^2 + \dot{r}_e^2)$$

$$l = R_2 - d_2 \text{ avec } d_2 = 50 \text{ mm} + 12,5 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$$

$$x = l - \frac{b}{k}$$

$$E_{pe} = \frac{1}{2} k x^2$$

$$E_{me} = E_{pe} + E_{ce}$$

* Incertitudes hors biais dans tableau.

Conclusion:

PT A

Conservation de C_e

Conservation de E_m .

II Mesure de g.

1) Chute de règle.

a) Préalable: Alignement au fil à Plomb + vérification cote et stabilité.

Mesure de $R = 6 \Omega$

$L = 13,8 \text{ m H}$

Choix de travailler en temps uniquement.

Détermination de v_{inst} du CG et $t_{initial} = t_0$

Travail sur le lâcher pour avoir un bon t_0

Rajant d'une résistance, Mesures diverses.

$L = 0,7 \text{ m H}$ $R = 30 \Omega$.

b) Quels sont les biais - les incertitudes:

$$g_e = \left(\frac{2n \Delta h}{t^+ - t^-} \right) \cdot \frac{1}{(t - t_0)}$$

Biais: α) Estimation d'une vitesse instantanée par une moyenne.

β) Force de frottement de l'air.

Incertitudes: $S(n \Delta h)$: incertitude usinage.

t^+ : lié à l'électronique et choix de paramètre.

t^- : idem

t_0 : deux paramètres i et $\frac{di}{dt}$

$\cos \alpha$

a) Estimation du biais de vitesse:

$$l_2 = \frac{1}{2} a t_2^2 \quad l_1 = \frac{1}{2} a t_1^2$$

$$V_e = \frac{\frac{1}{2} a (t_2^2 - t_1^2)}{t_2 - t_1} = a \frac{(t_2 + t_1)}{2}$$

$$V_v = a t_3 = a \sqrt{\frac{2(l_2 + l_1)}{a}} = a \sqrt{\frac{t_2^2 + t_1^2}{2}}$$

$$V_v - V_e = a t_1 \left(\sqrt{\frac{1 + \left(1 + \frac{\Delta t}{2t_1}\right)^2}{2}} - \left(1 + \frac{\Delta t}{2t_1}\right) \right); \Delta t = t_2 - t_1$$

$$DL02(V_v - V_e) = a t_1 \frac{(\Delta t)^2}{4t_1^2} = a \frac{(\Delta t)^2}{4t_1}$$

→ ODG biais. $5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
qd première valeur, implémenter correction

B) $V \rightarrow 0 \rightarrow 4 \text{ m/s}$. Re $0 \rightarrow$ qq milliers.

$$m = 38,1 \text{ kg}$$

$$mg \approx 0,38 \text{ N}$$

$$\text{sans } C_x \quad \frac{F}{C_x} \approx \frac{1}{2} \rho V^2 S \approx 4 \cdot 10^{-3} \text{ N/C}_x \text{ à } V = 2 \text{ m/s.}$$

En fin de course loin d'être négligeable.

c) Tracé Expérience et exploitation.

incertitudes:

$$\delta t_0$$

$$\delta t^+$$

$$\delta t^-$$

$$\delta(h \Delta h)$$

$$a$$

$$h$$

$$\delta t$$

$$\delta(\cos \alpha)$$

ordre de grandeur des contributions:

$$\frac{\delta(t-t_0)}{t-t_0} = 2 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{\delta(t^+-t^-)}{t^+-t^-} = 3 \cdot 10^{-3} \quad 6 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{\delta(n\Delta h)}{n\Delta h} = 6 \cdot 10^{-4}$$

$$\delta\Delta V = 6 \cdot 10^{-5}$$

$$\delta V = V \sqrt{\left(\frac{\delta(n\Delta h)}{n\Delta h}\right)^2 + \left(\frac{\delta(t^+-t^-)}{t^+-t^-}\right)^2} \sim 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$$

$$\delta V + \delta\Delta V$$

$$\frac{\delta g_e}{g_e} = \sqrt{\left(\frac{\delta V + \delta\Delta V}{V}\right)^2 + \left(\frac{\delta(t-t_0)}{t-t_0}\right)^2} \sim 5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$$

d) Résultats:

$$\frac{g_e}{\delta g_e}$$

Critique des résultats:

Od G Cx:

29 Pendule:

a) Préalable: $M = 0,2971 \text{ kg}$

$$\theta = f(V)$$

$$a = \frac{12,2}{2} + \frac{8,01}{4} \cdot n + 1,5 \text{ en cm.}$$

$$a = 7,7 + 2,02 \cdot n \text{ en cm.}$$

b) biais et incertitudes:

α) biais formule de Borda $T = T_0 \left(1 + \frac{\theta_0^2}{16}\right)$,

terme suivant en θ_0^4

β) J moment d'inertie de la barre:
Etude en tient compte:

$$(J + ma^2) \ddot{\theta} + mga \sin \theta = 0.$$

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}, \quad \omega_0^2 = \frac{mga}{J + ma^2}$$

Tracé de $ma^2 = f\left(\frac{ma}{\omega_0^2}\right)$ car

$$ma^2 = \left(g \cdot \frac{ma}{\omega_0^2}\right) - \left(J\right)$$

γ) frottement: si fluide $\rightarrow$ traiter l'écart w
si solide $\rightarrow$ pas de traitement simple.

c) Tracé et Exploitation.

$\rightarrow$ frottement solide.

$\rightarrow$ mesure de T à la main sur 6 périodes

$\rightarrow$ bâti - couplage

$$S_a = 0,05 + 902 \text{ cm}$$
$$S_m = 10^{-4} \text{ kg}$$
$$S(t'-t) = 2.$$

Carbe.

d) Critique de la mesure.

- a
- frottement solide.

Conclusion:

- Modestement pu vérifier qqs lois de Newton,
- Pu dégager qqs méthodes dans le sens du gain en précision,
- Reste bcp à faire, travail expérimental.