

Oscillations mécaniques d'un pendule (Bac 2001 Guadeloupe)

Extrait de l'ouvrage Dialogue sur les deux grands systèmes du monde de Galileo Galiléi.

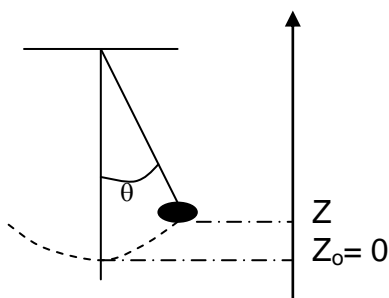
Salviati : dites moi : quand 2 pendules ont des longueurs inégales, n'est-ce pas celui qui est attaché à la corde la plus longue qui a des vibrations moins fréquentes ?

Sagredo : oui, à condition qu'ils s'écartent également de la verticale.

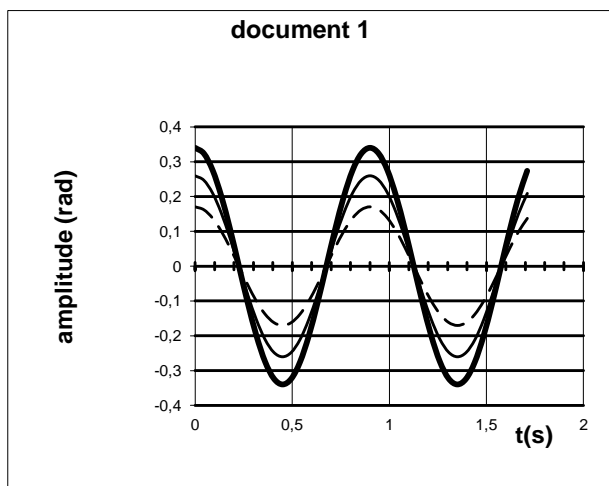
Salviati : peut importe qu'ils s'en écartent plus ou moins : c'est toujours en des temps égaux que le même pendule fait ses allés et retour, qu'ils soient très longs ou très courts.

Nous allons participer à cette conversation entre Salviati et Salgreo et la prolonger en étudiant les différents paramètres qui interviennent sur les oscillations d'un pendule simple. Un pendule simple est constitué par un fil inextensible, de longueur 'l', dont l'une des extrémités est fixe. Une petite boule métallique, de masse 'm', est accrochée à l'autre extrémité.

On négligera la masse du fil devant celle de la petite boule. Sa position, à un instant 't', sera repérée par l'angle θ par



rapport à la verticale. Les oscillations seront supposées non amorties.



Q1

Le document 1 correspond à l'enregistrement de θ en fonction du temps pour trois amplitudes θ_1 , θ_2 , θ_3 . Pour cet enregistrement, on utilise $m = 0,1$ kg et $l = 0,2$ m. On donne $\theta_1 = 0,17$ rad (10°), $\theta_2 = 0,26$ rad (15°), $\theta_3 = 0,34$ rad (20°).

- A partir de ce document, déterminer la valeur de la période de ce pendule pour chacune des amplitudes.
- La période dépend-elle de l'amplitude ?

Q2

La masse m reste égale à $0,1$ kg. Le document II correspond à l'enregistrement de θ en fonction du temps pour différentes longueurs : $l_1 = 0,10$ m ; $l_2 = 0,15$ m ; $l_3 = 0,20$ m.

- Comment varie la période quand la longueur du pendule augmente ?
- La période d'un pendule simple dépend aussi de l'intensité du champ de pesanteur terrestre g . La valeur de g sera prise égale à $9,8$ USI (unité du système international). A l'aide de l'analyse dimensionnelle, montrer que la période est proportionnelle à $(l/g)^{1/2}$.

Q3

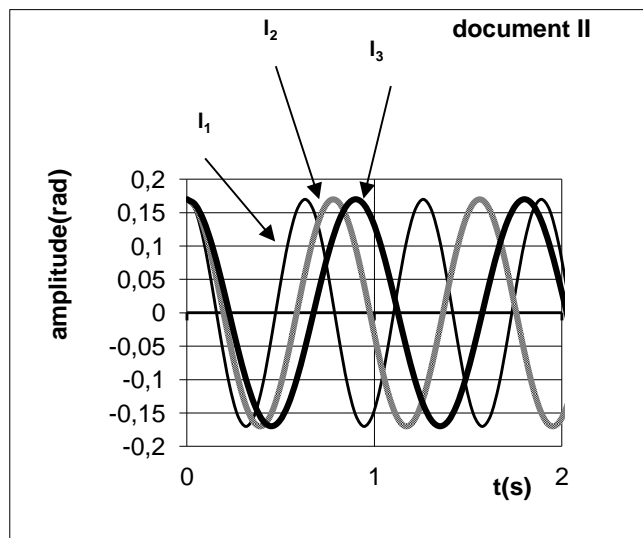
Le pendule de masse m égale à $0,1$ kg, de longueur $l = 0,20$ m est écarté de sa position d'équilibre d'une angle $\theta = 0,17$ rad et abandonné sans vitesse initiale. Sur le document III sont reproduits les enregistrements des 2 formes d'énergie mise en jeu au cours des oscillations.

- Quelles sont ces deux formes d'énergies mises en jeu par ce pendule ?
- Les enregistrements du documents III débutent au moment du lâcher du pendule. Identifier les courbes correspondant à chacune de ces formes d'énergie. Justifier votre réponse
- Rappeler l'expression de l'énergie mécanique E_m du pendule et tracer, sur le document III, la courbe $E_m = f(t)$.

Que constater vous ?

Q4

- Reproduire le schéma du pendule et représenter les forces extérieures appliquées à la masse m .
- Exprimer en fonction de θ , l , m et g , le travail de ces forces entre le lâcher du pendule et son passage par la verticale. Faire l'application numérique
- Exprimer l'énergie potentielle de pesanteur au moment du lâcher, et en déduire l'énergie cinétique du pendule à son passage par la verticale, ainsi que sa vitesse. (L'altitude de référence $z_0=0$ sera prise au point le plus bas de la trajectoire).



- Comparer les valeurs de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur aux valeurs relevées expérimentalement sur les enregistrements du document III

Q5

- De Salviati ou de Salgreto qui a raison ? Justifier.

La durée des enregistrements du document III est d'environ 1 seconde. Imaginons la suite de la conversation entre les 2 compères s'ils prolongeaient ses enregistrements. Pour Salgreto, l'énergie mécanique d'un pendule simple écarté de sa position d'équilibre et abandonné sans vitesse initiale restera constante. Salviati ne partage pas cet avis. Qui à raison ? Justifier.

- (hors programme) Rappeler les 3 modes d'oscillations possible du pendule en dessinant l'allure de l'élongation au cours du temps dans les 3 cas.

