

PERIODE PROPRE D'UN OSCILLATEUR MECANIQUE

I- Période propre d'un pendule simple :

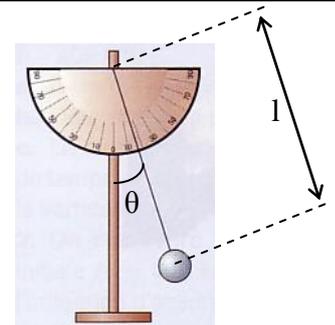
Objectif : Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique et son amortissement.

Info 1 : Dans *Dialogue sur les deux grands systèmes du monde* (1632), **Galilée** écrit: « Notez ici deux détails qui méritent d'être connus : L'un, c'est que les vibrations de ce pendule se font si nécessairement et en des temps si déterminés qu'il est absolument impossible de les faire s'accomplir en des temps différents, sauf à allonger ou raccourcir la corde ; vous pouvez aussi vous en assurer tout de suite par l'expérience : accrochez une pierre à une ficelle dont vous tenez l'autre bout en main, et essayez, par tous les moyens que vous voudrez, sauf l'allongement ou le raccourcissement de la ficelle, d'arriver à la faire osciller autrement que dans son temps déterminé ; vous verrez que c'est absolument impossible. L'autre détail est vraiment étonnant : le même pendule fait ses vibrations avec la même fréquence (du moins les différences sont très petites et presque imperceptibles), que les arcs sur cette circonférence soient très grands ou très petits. Je le déclare, que nous écartions le pendule de la verticale d'un deux ou trois degrés seulement, ou bien de 70, 80, voire d'un angle droit, une fois qu'on l'aura laissé en liberté, dans les deux cas ses vibrations auront la même fréquence ... »

Info 3 : Dans le *Discours de la cause de la pesanteur* (1690), **Huygens** apporte de nouveaux éléments pour nous éclairer sur un autre paramètre: « L'on assure d'avoir trouvé dans la Cayenne, qui est un pays dans l'Amérique, éloigné seulement de 4 à 5 degrés de l'Equateur, qu'un pendule qui bat la seconde, y est plus court qu'à Paris d'une ligne et un quart. D'où s'en suit que, si on prend des pendules d'égale longueur, celui de la Cayenne fait des allées un peu plus lentes que celui de Paris. La vérité du fait étant posée, on ne peut douter que ce ne soit une marque assurée de ce que les corps pesants descendent plus lentement en ce pays là qu'en France. Et comme cette diversité ne saurait être attribuée à la ténuité (raréfaction) de l'air, qui est plus grande dans la zone torride (parce qu'elle devrait causer un effet tout contraire) je ne vois pas qu'il puisse y avoir d'autre raison, sinon qu'un même corps pèse moins sous la ligne (l'équateur) que sous des climats qui s'en éloignent. »

Info 2 : Dans *Discours et démonstrations mathématiques à propos de deux nouvelles sciences* (1638), **Galilée** écrit: « j'ai pris deux balles, l'une de plomb et l'autre de liège, celle - là bien plus de cent fois plus lourde que celle - ci, toutes deux attachées à deux fils très fins, longs de quatre coudées. Les écartant alors de la position perpendiculaire, je les ai lâchées en même temps ; et toutes deux descendant le long des circonférences, des cercles décrits par les fils et de rayons égaux dépassèrent la verticale ; puis elles revinrent en arrière par le même chemin. Répétant bien cent fois les mêmes allées et venues, elles ont montré d'une manière évidente que la boule lourde marche dans le même temps que la légère... On observe également l'action du milieu qui, en gênant le mouvement, ralentit bien davantage les vibrations du liège que celles du plomb, sans toutefois modifier leur fréquence. »

Info 4 : Un pendule simple est constitué d'un solide de masse m , de petite dimension, suspendu à un fil inextensible, de masse négligeable devant m et de longueur très supérieure aux dimensions du solide.



On note l la longueur du pendule (distance entre le point d'attache et le centre de gravité du solide). La position du pendule est repérée par son abscisse angulaire θ qui représente l'angle entre la verticale et la direction du fil.

Dans tout ce qui suit, on lâchera le pendule sans vitesse initiale depuis une position repérée par son abscisse angulaire θ_0 .

1. Analyser

1.1. Quel terme scientifique utilise-t-on actuellement pour désigner ce que Galilée appelle « temps déterminé » ?

1.2. Proposer un protocole expérimental pour mesurer avec la meilleure précision possible la durée d'une oscillation d'un pendule. *Mise en commun et correction du protocole*

1.3. Quels sont les paramètres étudiés par Galilée qui peuvent influencer sur ce « temps déterminé » d'un pendule ? *Mise en commun des réponses*

1.4. Proposer un protocole expérimental de l'étude quantitative de chacun de ces paramètres.

<i>Appeler le professeur pour lui exposer les expériences proposées</i>	ANA Élaborer un protocole.	0	1	2	3
	J'ai réussi si j'ai établi un protocole sur l'influence de ces paramètres vis-à-vis de ce « temps déterminé »				

1.5. Réaliser les expériences correspondant au protocole proposé.

1.6. Conclure : De quels paramètres dépend la période propre des oscillations ?

1.7. D'après Huygens, la période propre d'un pendule donné, transporté de Paris vers l'équateur, devient-elle plus grande ou plus petite ?

1.8. Quelle est la période propre d'« un pendule qui bat la seconde » ?

1.9. Par la phrase « *les corps pesants descendent plus lentement en ce pays là qu'en France* », quel autre paramètre est mis en évidence par Huygens ?

1.10. Conclure : Comment varie la période propre des oscillations en fonction de ce paramètre ?

1.11. Par la phrase « *On observe également l'action du milieu qui, en gênant le mouvement, ralentit bien davantage les vibrations du liège que celles du plomb, sans toutefois modifier leur fréquence* », que peut-on en déduire ?

2. Exploitation : Pour des oscillations de faible amplitude et en absence de frottements, la période propre du pendule simple T_0 , est donnée par l'une des expressions suivantes :

$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{m}}$	$T_0 = 2\pi \frac{l}{g}$	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{g}{l}}$	$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
---------------------------------	--------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Retrouver la bonne expression en justifiant le raisonnement.

<i>Appeler le professeur pour valider l'expression trouvée</i>	VAL Valider ou invalider une information	0	1	2	3
	J'ai réussi si l'expression trouvée est juste, si le raisonnement est justifié et cohérent				

II- Période propre d'un pendule élastique :

Info 5 : Un pendule élastique est un oscillateur constitué d'un objet de masse m accroché à l'extrémité d'un ressort de constante de raideur k .

L'expression de la période propre des oscillations de ce pendule est : $T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

1. Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la valeur de la constante de raideur k .

<i>Appeler le professeur pour valider le protocole</i>	ANA Élaborer un protocole.	0	1	2	3
	J'ai réussi si j'ai proposé un protocole clair et précis				

2. Réaliser l'(les) expérience(s) correspondant au protocole proposé.