

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PREMIER PARTIE : REPERE THEORIQUE.....	2
I- Notion fondamentale.....	2
I-1 Oscillations.....	2
I-2 Pendule simple.....	3
II- Oscillation non amortie d'un pendule simple.....	6
II-1 Etude de la période.....	6
II-2 Etude énergétique.....	8
III- Oscillation amortie d'un pendule simple.....	9
III-1 Etude de la période.....	9
III-2 Etude énergétique.....	13
DEUXIEME PARTIE : MODULE D'APPRENTISSAGE.....	15
I- Introduction aux modules.....	15
II- Parcours d'apprentissage.....	16
III- Déroulement de chaque module.....	18
IV- Agencement des fenêtres relatives aux modules d'apprentissage.....	19
IV-1 Sommaire élève » et « Sommaire professeur.....	20
IV-2 Modules d'apprentissage.....	28
CONCLUSION.....	83

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Elongation angulaire $\theta(t)$ d'un pendule simple non amorti.....	2
Figure 2 : Elongation angulaire $\theta(t)$ d'un pendule simple amorti.....	3
Figure 3 : Pendule simple.....	3
Figure 4 : Bilan des forces dans un pendule simple.....	4
Figure 5 : Abscisse angulaire θ ou élongation angulaire.....	5
Figure 6 : Amplitude θ_m des oscillations.....	5
Figure 7 : Position du pendule à différentes dates.....	6
Figure 8 : Variation de l'altitude du centre d'inertie du système dans un plan vertical.....	8
Figure 9 : Variation de E_p , E_c et E en fonction du temps dans le cas du mouvement oscillatoire non amorti d'un pendule simple.....	9
Figure 10 : Pendule simple amorti : bilan des forces.....	9
Figure 11 : Courbe du mouvement d'un oscillateur faiblement amorti : mouvement pseudo-périodique.....	12
Figure 12 : Courbe du mouvement d'un oscillateur amortie : mouvement apériodique.....	12
Figure 13 : Courbe du mouvement d'un amortissement critique.....	13
Figure 14 : Variation de E_c , E_p et E en fonction du temps d'un mouvement oscillatoire amorti.....	14
Figure 15 : Contenu des sommaires.....	15
Figure 16 : Organigramme général des modules d'apprentissage.....	17
Figure 17 : Déroulement de chaque module.....	18

LISTE DES ANNEXES

Annexe1 : Energie mécanique d'un pendule simple non amorti.

Annexe 2 : Pseudo-période

Annexe 3 : Energie mécanique d'un pendule simple amorti

INTRODUCTION

La plupart des lycées à Madagascar rencontre des problèmes de manque ou d'insuffisance de matériels de laboratoire nécessaires pour l'enseignement et l'apprentissage des sciences physiques .Les cours sont devenus trop théoriques à cause de cette situation alors que, selon les indications officielles, l'enseignement de cette discipline devrait s'appuyer sur une approche expérimentale. Dans cette optique, les TP cours et les travaux pratiques sont fortement recommandés pour que les élèves puissent apprendre à observer et analyser un phénomène physique, à faire des mesures et des traitements de données, à interpréter les résultats obtenus et à tirer des conclusions.

L'approche expérimentale est donc préconisée pour atteindre les objectifs de l'enseignement/apprentissage des sciences physiques à savoir le développement du sens d'observation de l'élève, de son esprit d'analyse et de son esprit critique. Une question fondamentale se pose alors : que/comment faire pour atteindre ces objectifs sachant que l'on manque de matériels d'expérimentation ou que leur nombre est insuffisant ?

De nos jours les TICs sont mis au service de l'enseignement/apprentissage des sciences physiques. On trouve sur le marché des logiciels de simulation, de modélisation de phénomènes physiques. L'utilisation de tels logiciels aide à pallier ce problème de manque ou d'insuffisance de matériels de laboratoire dans un pays comme Madagascar. L'écriture de logiciels pour réaliser des travaux pratiques virtuels constitue une alternative.

C'est ainsi que, dans le cadre de ce mémoire de fin d'études, mémoire intitulé « **Ressource numérique pour l'étude des oscillations mécaniques : cas d'un pendule simple** », nous nous proposons d'élaborer un logiciel didactique concernant les oscillations mécaniques qui figurent dans le programme des terminales scientifiques. Il est axé essentiellement sur les oscillations d'un pendule simple non amorti et d'un pendule simple amorti. L'aspect énergétique est aussi traité. Il s'agit d'une ressource numérique permettant d'effectuer des travaux pratiques virtuels.

Notre travail comporte deux parties :

- La première partie présente un repère théorique sur les mouvements oscillatoires. Elle considère surtout le cas du pendule simple.
- La deuxième partie propose des modules d'apprentissage fondés sur des TP virtuels et met à profit les points essentiels développés dans le repère théorique.

L'accent est mis sur l'étude :

- De la période d'un pendule simple non amorti
- De l'énergie d'un pendule simple non amorti
- De la période d'un pendule simple amorti
- Des oscillations et mouvements d'un pendule simple amorti.

PREMIERE PARTIE : REPERE THEORIQUE

I. Notion fondamentale

I-1 : Oscillations :

On appelle **oscillations (vibrations)** ou **mouvement oscillatoire** les mouvements qui se répètent plus ou moins périodiquement dans temps.

D'après leur nature physique les oscillations sont très variées.

On distingue les oscillations mécaniques (balancements des pendules, vibration des cordes ...), les oscillations électriques (circuit LC, circuit RLC...), les oscillations libres, les oscillations forcées, les oscillations non amorties, les oscillations amorties.

Les oscillations mécaniques sont des mouvements de va et vient, en général autour d'une position d'équilibre stable. (YAVORSKI. B, 1986)

a. Oscillations mécaniques libres

- On appelle oscillations libres les oscillations qui surgissent dans un système non soumis aux forces extérieures variables comme conséquence d'un écart initial de ce système de son état d'équilibre stable. (YAVORSKI. B, 1986)
- Les oscillations sont libres si, une fois écarté de sa position d'équilibre, le système (un pendule simple par exemple) est abandonné à lui-même (GROSSETÈTE.C, 1995)

b. Oscillations non amorties

Dans ce cas les forces de frottement sont négligeables et les amplitudes de l'oscillation restent constantes. La figure 1 décrit l'elongation angulaire $\theta(t)$ d'un pendule simple non amorti en fonction du temps t . (GROSSETÈTE. C, 1995)

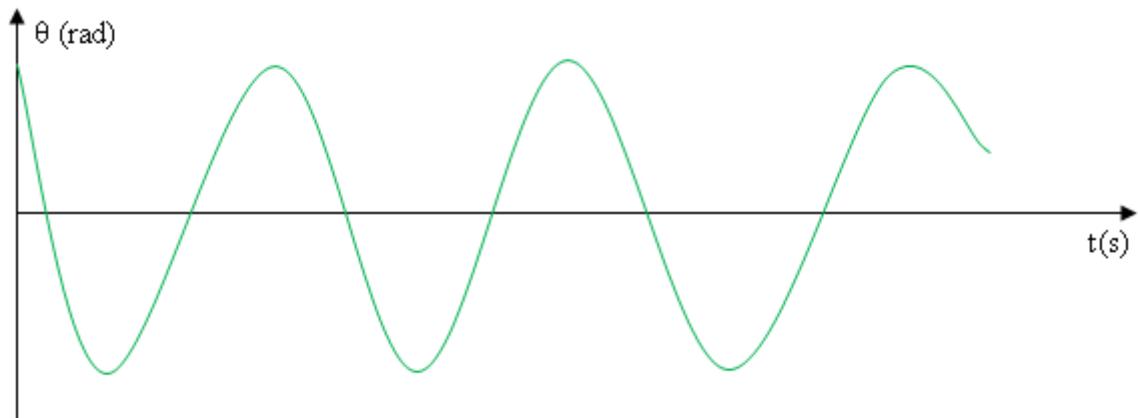


Figure 1 : Elongation angulaire $\theta(t)$ d'un pendule simple non amorti

$\theta(t)$ est une sinusoïde. L'elongation maximale ou amplitude reste la même au cours des mouvements du pendule.

c. Oscillations amorties

Lorsque le pendule simple est soumis à des forces de frottement, son mouvement est alors amorti. L'amplitude des oscillations n'est pas constante mais diminue progressivement au cours du temps.

Cette diminution de l'amplitude existe déjà dans l'air mais devient très grande si le pendule oscille dans de l'huile très visqueuse. (GROSSETÈTE. C, 1995)

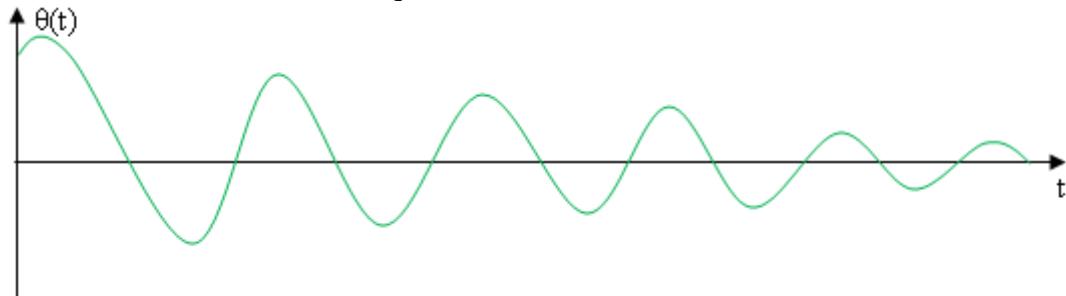


Figure 2 : Elongation angulaire $\theta(t)$ d'un pendule simple amorti.

$\theta(t)$ n'est plus une sinusoïdale.

d. Oscillations forcées :

Lorsque le système n'est pas abandonné à lui-même mais ses oscillations sont entretenues, alors on parle d'oscillations forcées. (GROSSETÈTE.C, 1995)

I-2 : Pendule simple.

Un pendule simple est un point matériel de masse m suspendu à un point par un fil inextensible de masse négligeable et oscillant dans un plan vertical sous l'action de la pesanteur.

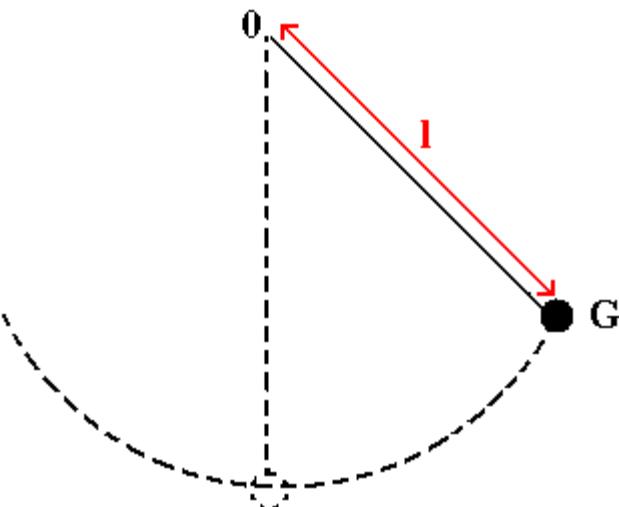


Figure 3 : Pendule simple

Le point matériel G, de masse m, se déplace alors sur un arc de cercle de rayon OG. L'effet du poids \vec{P} tendant constamment à ramener le pendule vers sa position d'équilibre, celui-ci oscille dès qu'il est écarté de la verticale puis laissé à la seule action de la pesanteur. (CESSAC. J, 1967)

a) Position d'équilibre

Etudions l'objet ponctuel du pendule simple dans le référentiel terrestre.

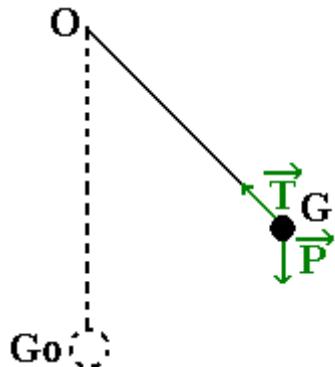


Figure 4 : Bilan des forces dans un pendule simple

La masse suspendue au fil constitue notre système.

Si on néglige les forces de frottement, les forces appliquées au système sont :

- Le poids \vec{P} qui est l'action gravitationnelle de la terre sur la bille.
- La tension du fil \vec{T} qui décrit l'action du fil sur la bille.

Lorsque le point G est situé sur la verticale des point O au point Go, la droite d'action de \vec{P} coupe également l'axe O, et n'a donc pas d'effet sur le mouvement de rotation du pendule.

(DURANDEAU. J, 1995)

Ainsi :

- Si le pendule est immobile dans cette position, il y reste
- Si on l'éloigne un peu de cette position, alors le poids \vec{P} du pendule tend à l'y ramener. Cette position est appelée : « **position d'équilibre** » du pendule.

D'après le principe d'inertie, à l'équilibre, les deux forces qui s'exercent sur l'objet (son poids \vec{P} et la tension du fil \vec{T}) sont opposées. Cette condition est réalisée lorsque le fil tendu est vertical. A la position d'équilibre, la tension du fil est donc verticale, comme le poids.

Si le pendule est écarté d'un angle θ de cette position d'équilibre, le poids a tendance faire revenir le pendule dans sa position initiale après quelques oscillations. Cette position est donc appelée « **position d'équilibre stable** ». (DURANDEAU. J, 1995)

b) Grandeurs physiques

- Abscisse angulaire ou élongation angulaire

On appelle « **élongation angulaire** » du pendule à chaque instant la valeur θ de l'angle d'écart entre la position actuelle et la position d'équilibre, c'est-à-dire l'angle formé par le pendule à la date t et le pendule à l'équilibre.

C'est une grandeur algébrique. Elle peut être négative ou positive, selon le sens positif choisi (en général celui du cercle trigonométrique). (GROSSETÈTE. C, 1995)

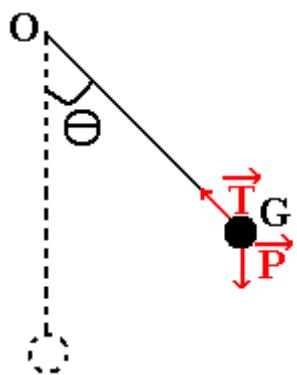


Figure 5 : Abscisse angulaire θ ou élongation angulaire.

- Amplitude des oscillations

C'est la valeur absolue de l'abscisse angulaire maximale. C'est une grandeur positive.

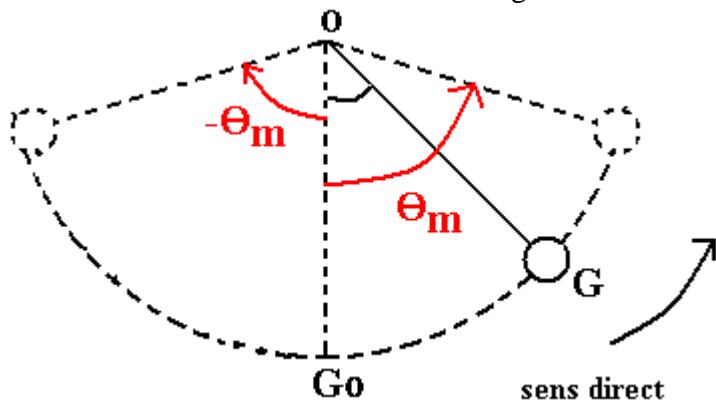


Figure 6 : Amplitude Θ_m des oscillations

L'amplitude angulaire est constante si l'oscillation n'est pas amortie et décroît au cours du temps s'il est amorti. (GROSSETÈTE. C, 1995)

- Période des oscillations

La période représente la durée d'une oscillation complète. On la mesure en seconde (s) : Elle est constante dans le cas des oscillations non amorties et est aussi appelée période propre. Si l'oscillation est amortie, on parle de « pseudo-période ». La pseudo-période augmente avec l'amortissement.

Pour un oscillateur faiblement amorti, la pseudo-période est peu différente de la période propre ;

Si l'amortissement est intense, le système revient à sa position d'équilibre sans osciller. (CESSAC. J, 1967)

- Fréquence f

Le nombre de périodes en une seconde est appelé « **fréquence** ». Elle est mesurée en Hertz (Hz)

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \quad (1)$$

II. Oscillation non amortie d'un pendule simple

Un mouvement oscillation non amorti est un mouvement de va et vient autour d'une position d'équilibre, qui se répète à lui-même à des intervalles de temps successifs égaux et dont l'amplitude est constante. (LANDAN. L, 1982)

II-1. Etude de la période

Considérons un pendule simple de longueur l et de masse m . le pendule est écarté d'un angle θ de sa position d'équilibre et abandonné sans vitesse initiale. L'élargissement maximale est notée par θ_0 (CESSAC. J, 1967)

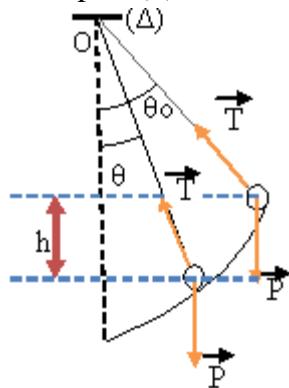


Figure 7 : Position du pendule à différentes dates

Appliquons la relation fondamentale de la dynamique en rotation :

$$\sum \mathcal{M}(F_{app}) = J \ddot{\Theta} \quad (2)$$

$\sum \mathcal{M}(F_{app})$ est la somme des moments des forces appliquées par rapport à (Δ) passant par 0.

J est le moment d'inertie de la bille par rapport à Δ et $\ddot{\Theta}$ l'accélération angulaire.

On obtient :

$$\mathcal{M}\vec{T}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} = J \ddot{\Theta} \quad (3)$$

$\mathcal{M}\vec{T}_{/\Delta}$ et $\mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta}$ sont respectivement le moment de la tension \vec{T} et le moment du poids \vec{P} par rapport à Δ

$\mathcal{M}\vec{T}_{/\Delta} = \mathbf{0}$ puisque la droite d'action de \vec{T} coupe l'axe

$$\mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} = -Pl \sin\theta = -mgl \sin\theta$$

L'équation (3) donne alors

$$J \ddot{\Theta} + mgl \sin\theta = 0 \quad (4)$$

Or pour un pendule simple $J = ml^2$ et on a :

$$ml^2 \ddot{\Theta} + mgl \sin\theta = 0 \quad (5) \text{ ce qui donne}$$

$$\ddot{\Theta} + \frac{l}{g} \sin\theta = 0 \quad (6)$$

Pour des oscillations de faible amplitude, on peut prendre $\sin\theta \approx \theta$ et on obtient l'équation différentielle

$$\ddot{\theta} + \frac{l}{g} \theta = 0 \quad (7)$$

la solution de cette équation est :

$$\theta = \theta_m \cos(\omega_0 t + \phi)$$

avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{l}{g}}$

ω_0 est appelée pulsation angulaire. Elle est reliée à la fréquence f des oscillations :

$$\omega_0 = 2\pi f \quad (8)$$

On en déduit l'expression de la période pour des oscillations de faible amplitude

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (9)$$

Cette période est indépendante de l'amplitude θ_m .

L'amplitude θ_m et la phase initiale ϕ sont déterminées par les conditions initiales:

$\theta(t=0)$ et $\dot{\theta}(t=0)$.

Pour des **grandes amplitudes**, la période T se met sous la forme :

$$T = T_0 \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\theta_m}{2} + \frac{9}{64} \sin^4 \frac{\theta_m}{2} + \dots \right) \quad (10)$$

Ce qui donne pour des **amplitudes trop fortes** :

$$T = T_0 \left(1 + \frac{\theta_m^2}{16} \right) \quad (11)$$

Remarque :

Pour des oscillations de faible amplitude :

- La période d'un pendule simple est indépendante de l'amplitude (isochronisme) et de la masse de la substance.
- La période est proportionnelle à la racine carrée de la longueur l . (DURANDEAU, J, 1995)

II-2. Etude énergétique

Considérons un pendule simple de longueur l est de masse m , mobile autour d'un axe (Δ) horizontal. Repérons par un axe z vertical ascendant le centre d'inertie G du système. On prend comme origine de potentiel (cote de référence) la position de ce centre d'inertie lorsque ce système est en équilibre. On le lâche sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$. A l'instant t_1 son altitude est z_1 . (YAVORSKI. B, 1986)

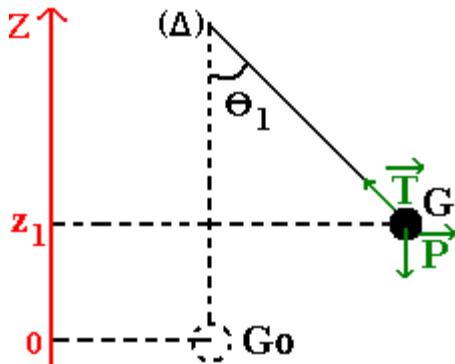


Figure 8 : Variation de l'altitude du centre d'inertie du système dans un plan vertical

L'énergie mécanique totale de ce système à tout instant est :

$$E(t) = Ep(t) + Ec(t) \quad (12)$$

Où $Ep(t)$ représente l'énergie potentielle à l'instant t et
 $Ec(t)$ l'énergie cinétique.

Le bilan énergétique à la position z_1 s'écrit :

$$E_1(t_1) = Ep(z=z_1) + Ec(z=z_1) \quad (13)$$

$Ec(z=z_1)$ est l'énergie cinétique à la position $z=z_1$

On déduit de l'équation (13) que l'énergie mécanique est constante est égale à :

$$\boxed{E(t) = \frac{1}{2} J \omega^2 A^2} \quad (14)$$

La démonstration est donnée dans l'annexe 1

$$E(t) = \frac{1}{2} J \omega^2 A^2 \equiv \text{Constante}$$

L'énergie mécanique totale $E = Ep + Ec$ est conservée, mais Ep et Ec varient. Si Ec augmente, Ep diminue et vice versa. C'est la transformation mutuelle de l'énergie cinétique en énergie potentielle.

Les courbes qui traduisent ce phénomène sont données ci-dessous.

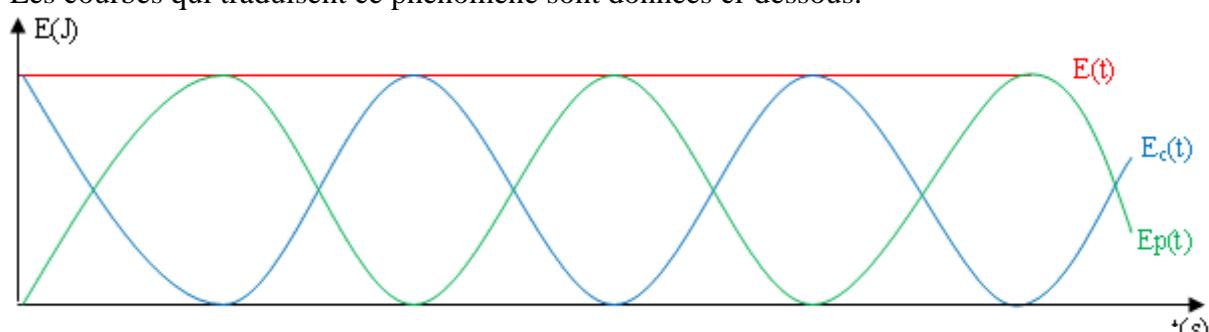


Figure 9 : variation de Ep , Ec et E en fonction du temps dans le cas du mouvement oscillatoire non amorti d'un pendule simple.

III. Oscillation amortie d'un pendule simple

Un mouvement oscillatoire amorti est un mouvement de va et vient autour d'une position d'équilibre, mais l'amplitude du mouvement décroît progressivement au cours du temps (DURANDEAU.P ,1995)

a) Etude de la période

Considérons un pendule simple de longueur l et de masse m .

Immergeons-le dans un liquide. Soit \vec{f} le frottement fluide ou la force exercée par le liquide. Cette force est proportionnelle à la vitesse \vec{v} (LANDAU.L ,1982)

$$\vec{f} = -n \cdot \vec{v}$$

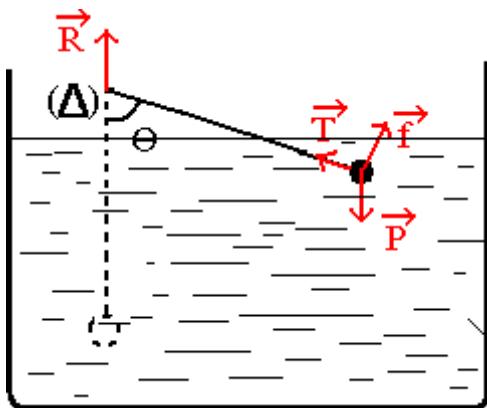


Figure 10 : Pendule simple amorti : bilan des forces

Appliquons au mouvement d'un pendule simple la relation fondamentale de la dynamique en rotation. On obtient $\mathcal{M}_{\vec{P}/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{T}/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{f}/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{R}/\Delta} = J \ddot{\theta}$ (15)

avec :

$$\rightarrow \mathcal{M}_{\vec{P}/\Delta} = -P \cdot d_1$$

$$\rightarrow \mathcal{M}_{\vec{T}/\Delta} = 0 \text{ puisque la droite d'action coupe l'axe } \Delta.$$

$$\rightarrow \mathcal{M}_{\vec{f}/\Delta} = f \cdot d_2$$

$$\rightarrow \mathcal{M}_{\vec{R}/\Delta} = 0 \text{ puisque la droite d'action coupe l'axe } \Delta.$$

D'où :

$$- P \cdot d_1 + f \cdot d_2 = J \ddot{\theta} \quad (16)$$

En remplaçant $J = ml^2$, cette équation devient

$$- P \cdot d_1 + f \cdot d_2 = ml^2 \ddot{\theta} \quad (17)$$

Ici

$$* \quad f = -n \cdot v \text{ avec } v = l \cdot \dot{\theta}$$

$$* \quad d_1 = l \sin\theta$$

$$* \quad d_2 = l$$

$$\text{d'où} \quad -mgl \sin\theta + (-ml^2 \dot{\theta}) = ml^2 \ddot{\theta} \quad (18)$$

on en déduit l'équation différentielle :

$$\ddot{\theta} + \frac{n}{m} \dot{\theta} + \frac{g}{l} + \sin\theta = 0 \quad (19)$$

Cas où θ est faible donc $\sin\theta \approx \theta$

$$\ddot{\theta} + \frac{n}{m} \dot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0 \quad (20)$$

Posons $\lambda = n/2m$ et $\omega_0 = g/l$

$$\text{D'où l'équation : } \ddot{\theta} + 2\lambda \dot{\theta} + \omega_0^2 \theta = 0 \quad (21)$$

ω_0 est la pulsation propre et λ est appelé « coefficient d'amortissement ». ω_0 et λ sont deux constantes positives caractéristiques des systèmes et s'expriment en rad/s. la solution de cette équation est obtenue en considérant l'équation caractéristique $r_2 + 2\lambda r + \omega_0^2 = 0$ (22)

La solution générale est :

$$\theta(t) = c_1 e^{(r_1 t)} + c_2 e^{(r_2 t)} \quad (23)$$

où r_1 et r_2 sont les solutions de l'équation du second degré en r .

$$r_1 = -\lambda + \sqrt{\lambda^2 - \omega_0^2} = -\lambda + \omega_0 \sqrt{\frac{\lambda^2 - \omega_0^2}{\omega_0^2}}$$

$$r_2 = -\lambda - \sqrt{\lambda^2 - \omega_0^2} = -\lambda - \omega_0 \sqrt{\frac{\lambda^2 - \omega_0^2}{\omega_0^2}}$$

Suivant les valeurs du rapport λ/ω_0 , on distingue trois types de mouvement:

➤ oscillateur faiblement amorti ($\omega_0/\lambda > 1$) : pseudo période

on aura :

$$r = -\lambda \pm j \omega_0 \sqrt{\frac{\omega_0^2 - \lambda^2}{\omega_0^2}} \quad (24)$$

avec $j^2 = 1$

$$\omega = \omega_0 \sqrt{\frac{\omega_0^2 - \lambda^2}{\omega_0^2}} \quad (25)$$

On pose ω est appelée « **pseudo-pulsation** » et $T = 2\pi/\omega$ (26) représente la pseudo-période.

T peut s'écrire

$$T = 2\pi T_0 \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}} \quad (27)$$

La démonstration est donnée dans l'annexe 2

La solution générale de l'équation différentielle pour l'oscillateur faiblement amortie est

$$\theta(t) = C_1 e^{(-\lambda - j\omega)t} + C_2 e^{(-\lambda + j\omega)t} \quad (28)$$

$$\theta(t) = [C_1 e^{(-j\omega t)} + C_2 e^{(j\omega t)}] e^{(-\lambda t)} \quad (29)$$

Les constantes C_1 et C_2 sont fixées par les conditions initiales :

$$C_1 + C_2 = \theta_0 \text{ et } -\lambda(C_1 + C_2) + j\omega(C_1 - C_2) = \dot{\theta}_0$$

$$\text{On calcule ainsi } C_1 + C_2 = \theta_0 \text{ et } j(C_1 - C_2) = (\dot{\theta}_0 + \lambda\theta_0)/\omega$$

$$\text{Posons } \theta_0 = A \cos\varphi \text{ et } (\dot{\theta}_0 + \lambda\theta_0)/\omega = A \sin\varphi$$

Avec $A > 0$, $\varphi \in [0, 2\pi]$, ce qui permet de mettre la solution sous la forme :

$$\theta(t) = A e^{(-\lambda t)} \cos(\omega t + \varphi) \quad (30)$$

Représentation graphique de $\theta(t)$

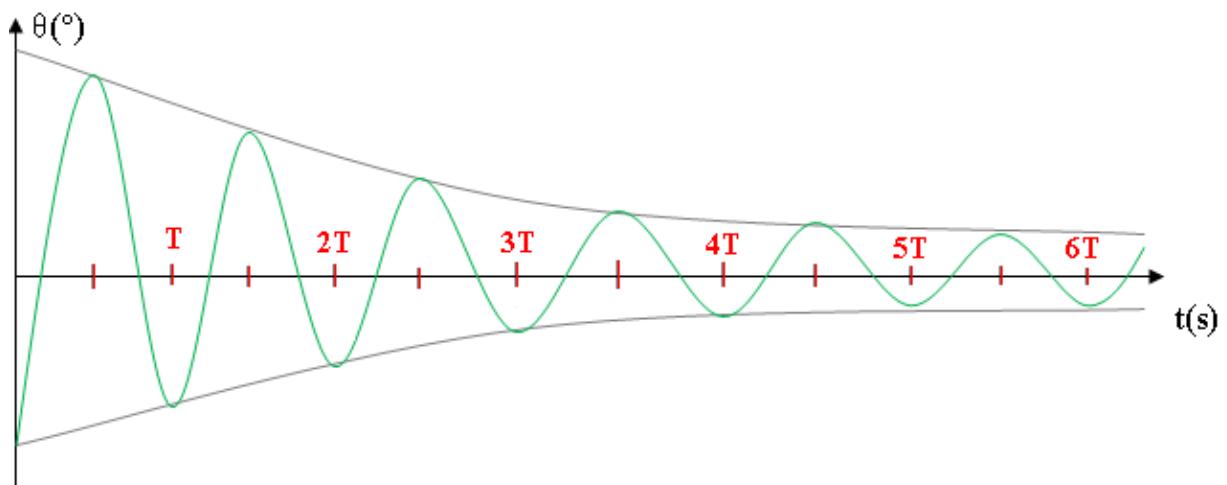


Figure 11 : Courbe du mouvement d'un oscillateur faiblement amorti : mouvement pseudo-périodique

➤ oscillateur très amorti ($\omega_0/\lambda < 1$) : Amortissement sur critique

Dans ce cas la solution de l'équation caractéristique est $r = -\lambda + \beta$ avec

$$\beta = \omega_0 \sqrt{\frac{\lambda^2 - \omega_0^2}{\omega_0^2}}$$

La solution générale est :

$$\theta(t) = e^{(-\lambda t)} [C_1 e^{(\beta t)} + C_2 e^{(-\beta t)}] \text{ ainsi :}$$

$$\boxed{\theta(t) = e^{(-\lambda t)} \operatorname{sh}(\beta t)} \quad (31)$$

Représentation graphique de $\theta(t)$

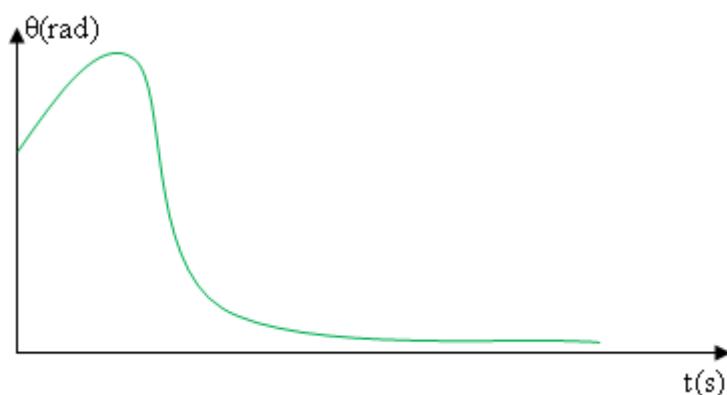


Figure 12 : Courbe du mouvement d'un oscillateur amortie : mouvement apériodique

C'est un mouvement apériodique. Pour un amortissement très fort, le pendule retourne lentement à sa position d'équilibre sans effectuer d'oscillations.

➤ Amortissement critique ($\omega_0/\lambda = 1$)

L'équation caractéristique admet une racine double $r = -\lambda$. Par conséquent $C_1 e^{(-\lambda t)}$ est une première solution de l'équation différentielle, or $C_2 e^{(-\lambda t)}$ est aussi une solution, en effet, en introduisant cette solution dans l'équation canonique

$$\ddot{\Theta}(t) = e^{(-\lambda t)} (C_1 + C_2 t) \quad (32)$$

Représentation graphique de $\theta(t)$:

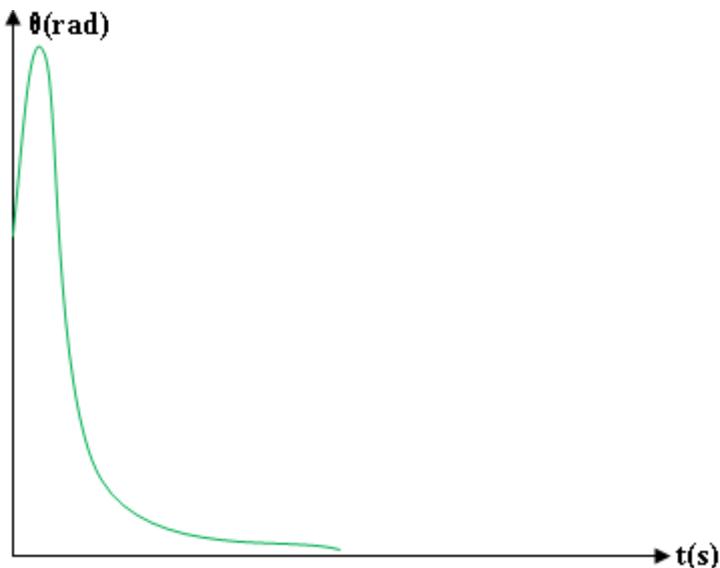


Figure 13 : Courbe du mouvement d'un amortissement critique

Lorsque l'amortissement s'accroît, le pendule effectue de moins en moins d'oscillations avant de s'arrêter. À la limite, on aura l'amortissement critique. Par l'amortissement critique, le système revient très rapidement vers sa position d'équilibre sans osciller.

2^{ème} cas : θ grand ($\theta > 10^\circ$) donc $\sin\theta \neq \theta$

On aura $\ddot{\theta} + 2\lambda\dot{\theta} + \omega_0^2 \sin\theta = 0$

L'équation différentielle n'est pas linéaire à cause de $\sin\theta$ et le mouvement ne peut plus être considéré comme sinusoïdal.

b) Etude énergétique

En présence des forces extérieures, l'énergie mécanique totale de ce pendule n'est pas conservée, elle diminue au cours du temps t .

$$E(t) = E_c(t) + E_p(t)$$

$$E(t) = \frac{1}{2} J \dot{\theta}^2 + mgl (\theta^2)/2 \text{ or } mgl = J\omega^2$$

$$\text{Avec } \theta(t) = Ae^{(-\lambda t)} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\dot{\theta}(t) = [-A\lambda e^{(-\lambda t)} \cos(\omega t + \varphi)] + [Ae^{(-\lambda t)} (-\omega \sin(\omega t + \varphi))]$$

En remplaçant la valeur de $\theta(t)$ et $\dot{\theta}(t)$ dans l'équation (33) on obtient :

$$E(t) = \frac{1}{2} J \omega_0^2 A^2 e^{(-2\lambda t)}$$

L'énergie n'est plus constante.

La démonstration est donnée dans l'annexe 3.

La figure 14 donne les variations de l'énergie mécanique E_m , de l'énergie potentielle E_p et de l'énergie cinétique E_c

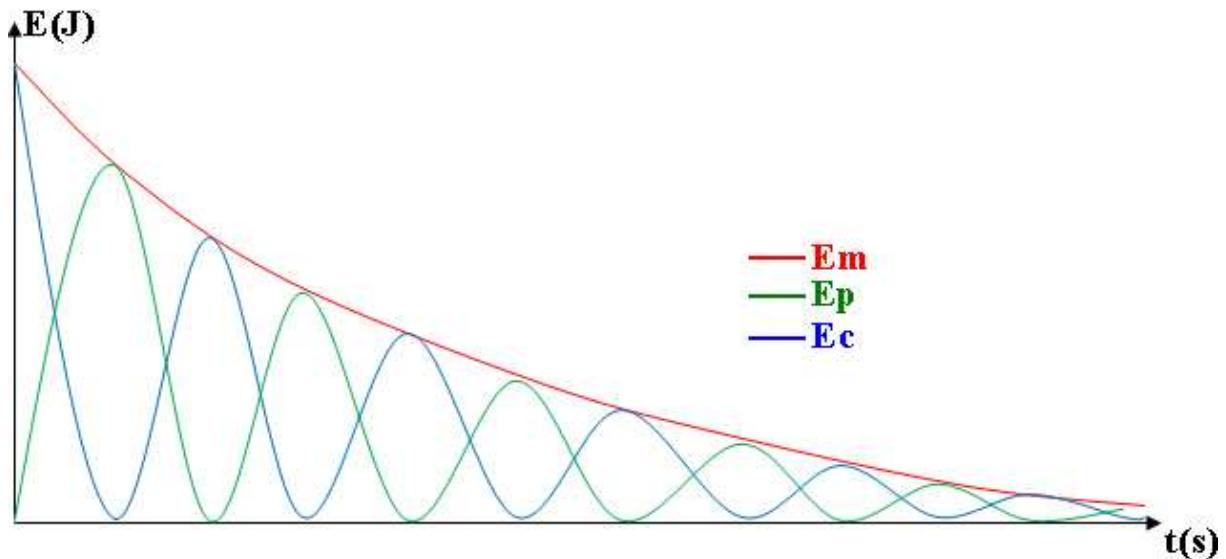


Figure 14 : Variation de E_c , E_p et E en fonction du temps d'un mouvement oscillatoire amorti.

- Les amplitudes de $E_c(t)$ et $E_p(t)$ décroissent au cours du temps t . la courbe $E(t)$ est la somme de $E_c(t)$ et de $E_p(t)$. lorsque E_c est nulle, E_p est maximale et vice-versa.
- E_p nulle avec E_c maximale correspond au passage du pendule à sa position d'équilibre (on prend comme origine de potentielle la position du centre d'inertie du système au position d'équilibre), la vitesse est maximale à cette position.
- L'énergie mécanique totale diminue au cours du temps. Il y a donc une perte d'énergie. Cette dissipation d'énergie indique que **le mouvement est amorti**.

DEUXIEME PARTIE : MODULES D'APPRENTISSAGE

Nous présentons dans ce qui suit le didacticiel que nous avons élaboré dans le cadre de présent mémoire.

Il comporte deux parties. La première partie introduit l'enseignant et l'apprenant(e) aux différents modules d'apprentissage. La deuxième partie concerne les activités que l'apprenant doit effectuer pour construire son savoir et ses connaissances.

I-Introduction aux modules

Cette partie décrit le contenu du didacticiel, les objectifs à atteindre, les pré-requis à maîtriser pour pouvoir suivre efficacement les modules proposés. Des conseils s'adressent à l'apprenant et des suggestions d'utilisation sont données à l'enseignant.

Le plan des modules est aussi affiché pour une vue globale des activités à mener.

La figure 15 décrit cette phase d'introduction aux modules.

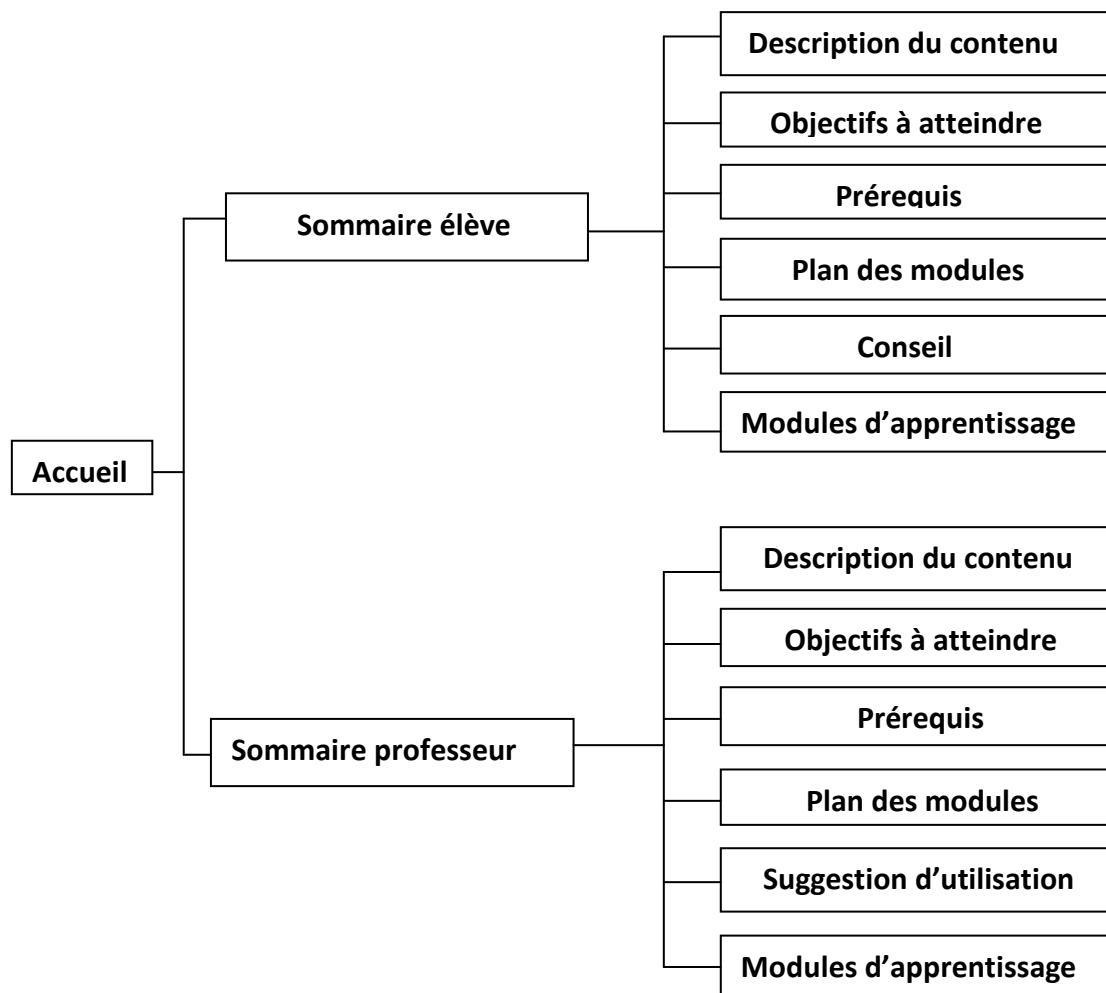


Figure 15 : contenu des sommaires

II- PARCOURS D'APPRENTISSAGE

Le diagramme de la figure 16 illustre le parcours d'apprentissage que nous proposons à l'apprenant(e).

Quatre modules sont programmés dont deux concernent l'oscillation non amortie et les deux autres étudient l'oscillation amortie.

- Le module 1 se concentre sur l'identification des paramètres qui influent sur la période d'un pendule simple non amorti.
- Le module 2 est consacré à l'étude énergétique d'un pendule simple non amorti.
- Le module 3 est l'analyse de l'influence de coefficient d'amortissement sur la période d'un pendule simple amorti.
- Le module 4 traite l'évolution, au cours du temps, de l'élongation angulaire d'un pendule simple amorti.

Des évaluations sont aussi données. Elles peuvent servir d'évaluation formative et d'évaluation sommative.

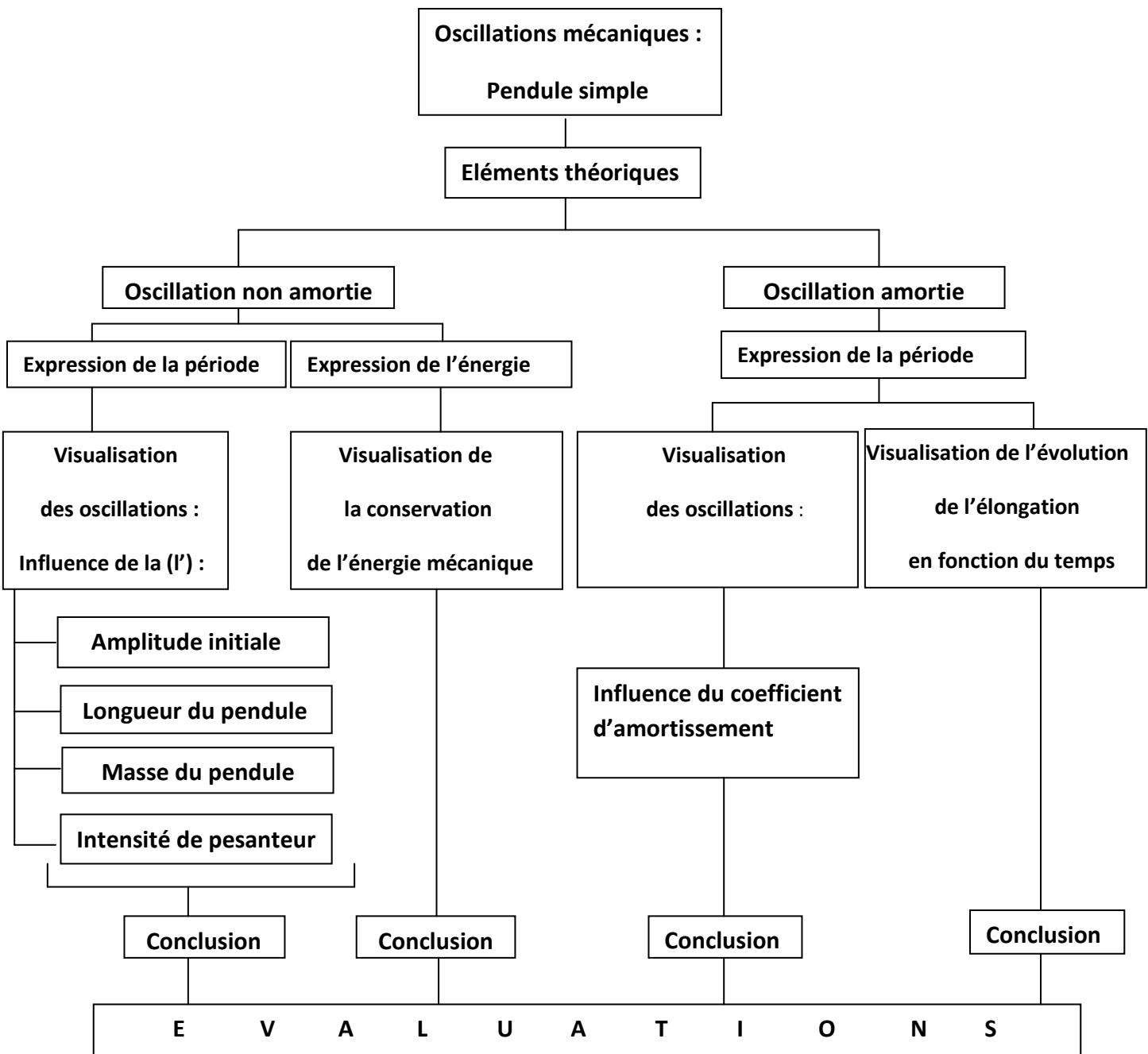


Figure 16 : Organigramme général des modules d'apprentissage.

III- Déroulement de chaque module

Chaque module suit les étapes résumées dans la figure 17

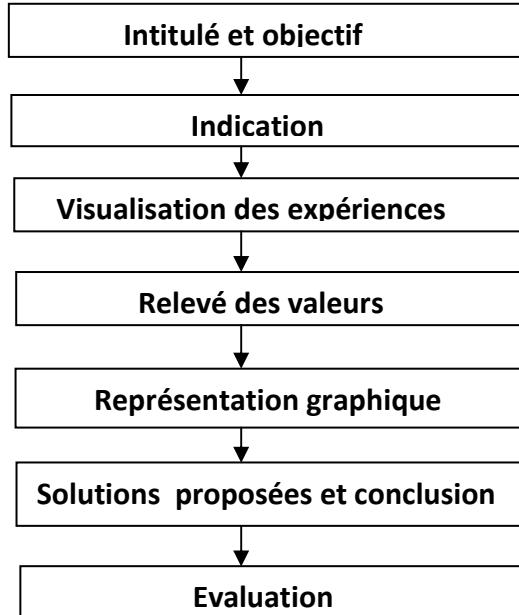
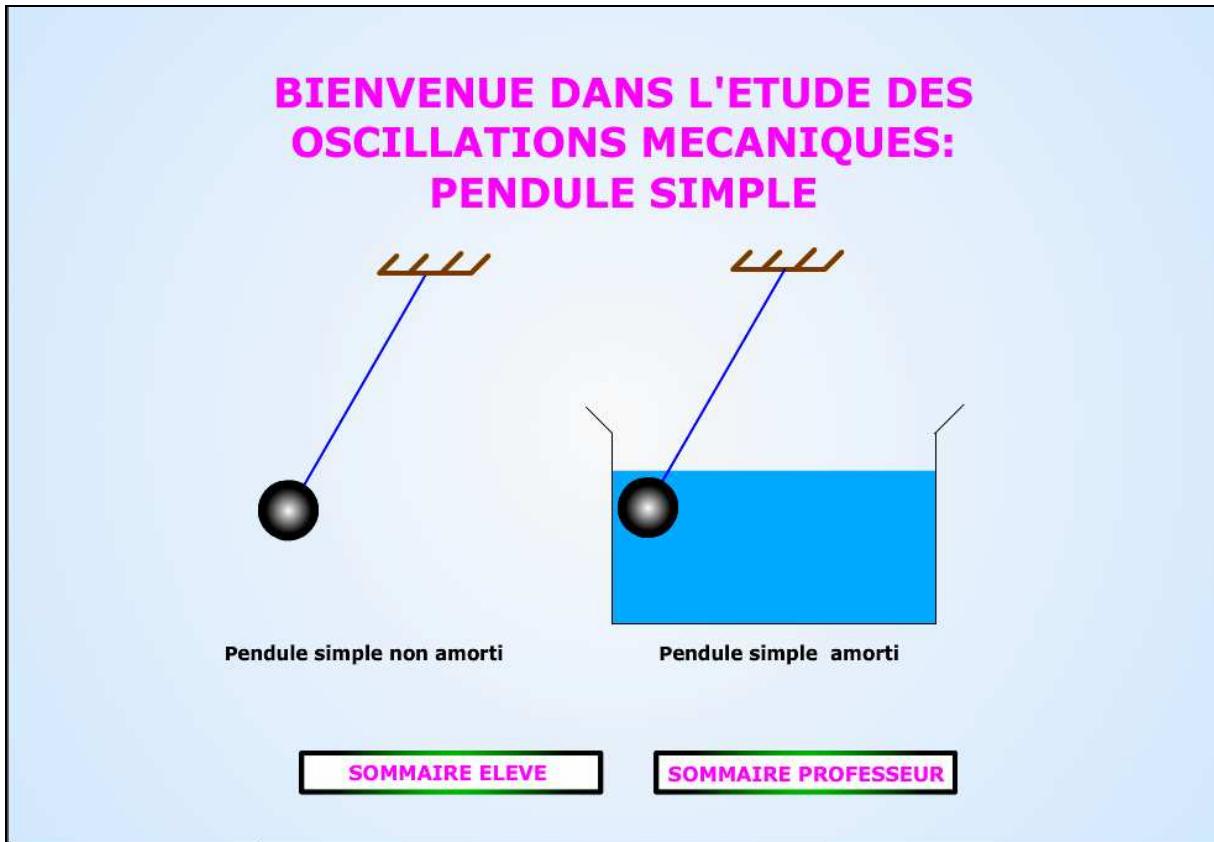


Figure 17 : déroulement de chaque module

L'apprenant lit dans un premier temps les objectifs à atteindre, puis consulte les consignes et les exécute. Il visualise les animations sur le phénomène à étudier. Il relève les valeurs expérimentales dans un tableau. Il trace les courbes correspondantes, les analyse et propose des conclusions. Il confronte ensuite ses résultats avec les solutions données par le logiciel.

IV- Agencement des fenêtres relatives aux modules d'apprentissage

Au démarrage du logiciel une fenêtre d'accueil s'ouvre qui introduit les thèmes à étudier. Cette fenêtre contient deux boutons de commande : « Sommaire élève » pour l'apprenant et « Sommaire professeur » pour l'enseignant.



IV-1 « Sommaire élève » et « Sommaire professeur»

Ces sommaires contiennent chacun six éléments : la description du contenu du logiciel, les objectifs à atteindre, les prérequis, le plan des modules, des conseils pour l'apprenant et des suggestions d'utilisation pour l'enseignant.

1-Sommaire élève

- **Description du contenu**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE	
SOMMAIRE ELEVE	
Description du contenu	
Objectifs à atteindre	
Prérequis	
Plan des modules	
Conseils	
Modules d'apprentissage	
SOMMAIRE PROFESSEUR	
	Description du contenu
	Ce logiciel didacticiel concerne les oscillations mécaniques : cas d'un pendule simple. Il comporte quatre modules : -Etude de la période d'un pendule simple non amorti -Etude énergétique d'un pendule simple non amorti -Etude de la période d'un pendule simple amorti -Etude énergétique d'un pendule simple amorti Des éléments théoriques précédent chaque module .
	  précédent Suivant

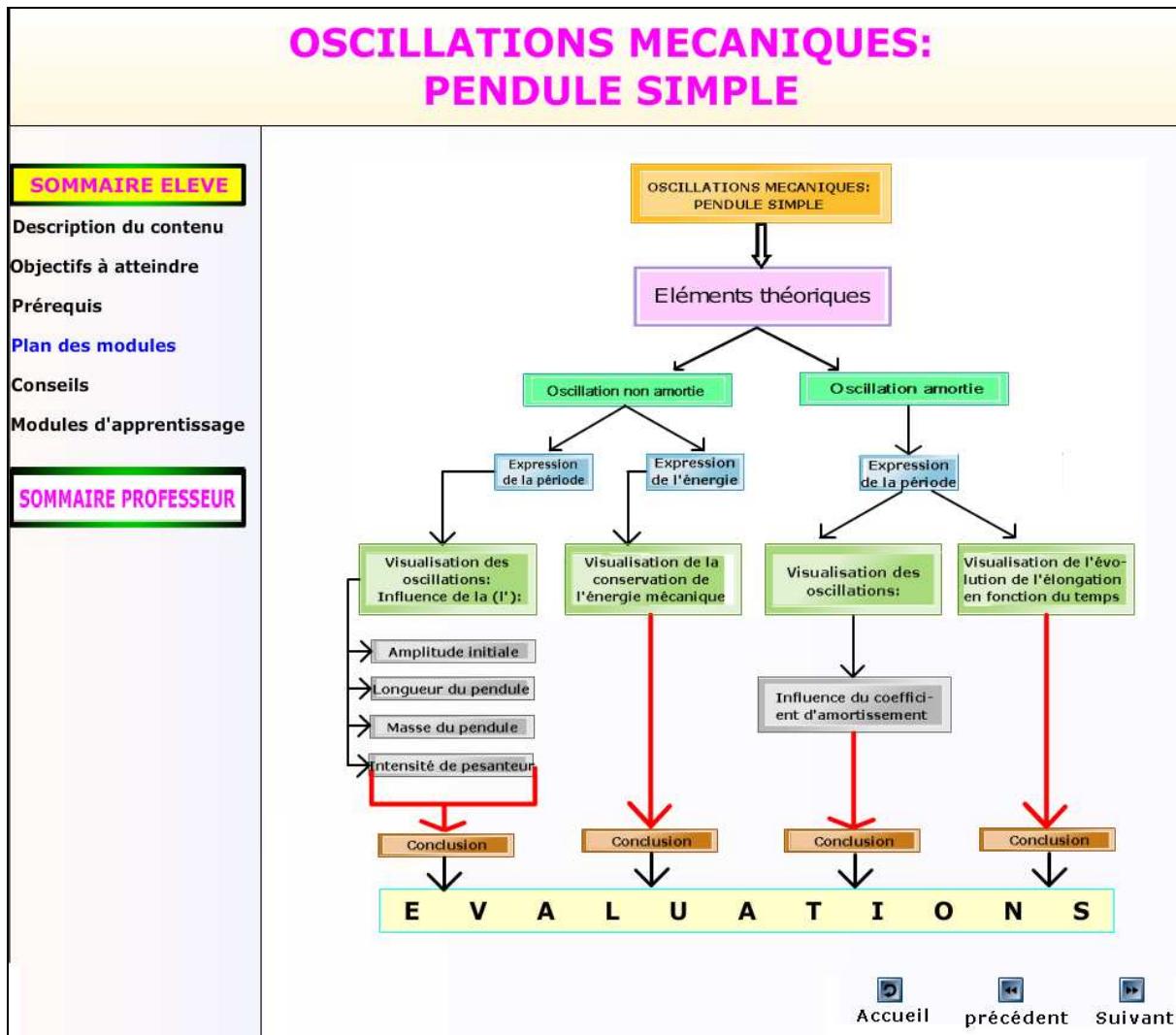
- *Objectifs à atteindre*

<p>SOMMAIRE ELEVE</p> <p>Description du contenu</p> <p>Objectifs à atteindre</p> <p>Prérequis</p> <p>Plan des modules</p> <p>Conseils</p> <p>Modules d'apprentissage</p> <p>SOMMAIRE PROFESSEUR</p>	<h2 style="text-align: center;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h2> <p>Objectifs à atteindre</p> <p>A l'issue des activités qui suivent vous devez être capable de (d') :</p> <ul style="list-style-type: none"> - identifier les paramètres qui influent sur la période d'un pendule simple . - analyser l'influence de l'amplitude d'oscillation sur la période - analyser l'influence de la longueur du pendule sur la période - vérifier la transformation mutuelle de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur au cours du temps. - démontrer la conservation de l'énergie mécanique totale E pour un mouvement oscillatoire non amorti. - démontrer la non- conservation de l'énergie mécanique totale E pour un mouvement oscillatoire amorti. <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> </div>
---	--

- *Prérequis*

<p>SOMMAIRE ELEVE</p> <p>Description du contenu</p> <p>Objectifs à atteindre</p> <p>Prérequis</p> <p>Plan des modules</p> <p>Conseils</p> <p>Modules d'apprentissage</p> <p>SOMMAIRE PROFESSEUR</p>	<h2 style="text-align: center;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h2> <p>Objectifs à atteindre</p> <p>A l'issue des activités qui suivent vous devez être capable de (d') :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les paramètres qui influent sur la période d'un pendule simple . - Analyser l'influence de l'amplitude d'oscillation sur la période - Analyser l'influence de la longueur du pendule sur la période - Vérifier la transformation mutuelle de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur au cours du temps, en visualisant les courbes :$E = f(t)$; $E_c = g(t)$ et $E_p = h(t)$ sur l'écran de l'ordinateur. -Démontrer la conservation de l'énergie mécanique totale E pour un mouvement oscillatoire non amorti. -Démontrer la non- conservation de l'énergie mécanique totale E pour un mouvement oscillatoire amorti. <p>Prérequis</p> <p>Pour pouvoir suivre ces modules, vous devez réviser le point suivant:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Notion de force -Expression de moment d'inertie -La relation fondamentale de la dynamique en rotation -Théorème de l'énergie cinétique (T.E.C) <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> </div>
--	--

- *Plan des modules*



- Conseils

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

[Description du contenu](#)
[Objectifs à atteindre](#)
[Prérequis](#)
[Plan des modules](#)
[Conseils](#)
[Modules d'apprentissage](#)

SOMMAIRE PROFESSEUR

```

graph TD
    A[OSCILLATIONS MECANIQUES;  
PENDULE SIMPLE] --> B[Eléments théoriques]
    B --> C1[Oscillation non amortie]
    B --> C2[Oscillation amortie]
    C1 --> D1[Expression de la période]
    C1 --> D2[Expression de l'énergie]
    C2 --> D3[Expression de la période]
    D1 --> E1[Visualisation des oscillations:  
Influence de la (l') :]
    D2 --> E2[Visualisation de la conservation de l'énergie mécanique]
    D3 --> E3[Visualisation des oscillations:  
Influence du coefficient d'amortissement]
    E1 --> F1[Amplitude initiale]
    E1 --> F2[Longueur du pendule]
    E1 --> F3[Masse du pendule]
    E1 --> F4[Intensité de pesanteur]
    F4 --> G1[Conclusion]
    G1 --> H1[E V A L U A T I O N S]
    E2 --> G2[Conclusion]
    E3 --> G3[Conclusion]
    E3 --> G4[Conclusion]
    G2 --> H1
    G3 --> H1
    G4 --> H1
  
```

The flowchart illustrates the structure of the lesson. It starts with a main title "OSCILLATIONS MECANIQUES; PENDULE SIMPLE". This leads to "Eléments théoriques", which branches into "Oscillation non amortie" and "Oscillation amortie". Each branch leads to an "Expression de la période" (non-damped) or "Expression de l'énergie" (damped). These expressions lead to visualizations: "Visualisation des oscillations: Influence de la (l'):" for non-damped, and "Visualisation de la conservation de l'énergie mécanique" and "Visualisation des oscillations: Influence du coefficient d'amortissement" for damped. Each visualization has associated parameters: Amplitude initiale, Longueur du pendule, Masse du pendule, and Intensité de pesanteur. The "Intensité de pesanteur" parameter is highlighted with a red box. Each visualization leads to a "Conclusion" box, which then contributes to the final "E V A L U A T I O N S" summary.

Conseils
Pour mieux réussir :

- Observez attentivement les animations qui décrivent les phénomènes physiques à étudier.
- Suivez les consignes données par le logiciel et répondez les questions posées.
- Cherchez par vous-même ou en groupe le résultat avant de confronter aux réponses proposées par le logiciel.

Accueil
 précédent
 suivant

23

2- Sommaire professeur

- *Description du contenu*

<h1 style="text-align: center;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h1>	
<p>SOMMAIRE ELEVE</p> <p>SOMMAIRE PROFESSEUR</p> <p>Description du contenu</p> <p>Objectifs à atteindre</p> <p>Prérequis</p> <p>Plan des modules</p> <p>Suggestion d'utilisation</p> <p>Modules d'apprentissage</p>	<p>Description</p> <p>Ce didacticiel s'adresse aux élèves de classes terminales scientifiques. Il aborde les éléments théoriques (expression de la période et d'énergie pour le pendule simple non amorti et pendule simple amorti). Il comporte quatre modules :</p> <ul style="list-style-type: none">- Etude de la période d'un pendule simple non amorti- Etude énergétique d'un pendule simple non amorti- Etude de la période d'un pendule simple amorti- Etude énergétique d'un pendule simple amorti
 Accueil  précédent  Suivant	

-

Objectifs à atteindre

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE SOMMAIRE PROFESSEUR Description du contenu Objectifs à atteindre Prérequis Plan des modules Suggestion d'utilisation Modules d'apprentissage	<p>Objectifs généraux : Il s'agit d'amener l'apprenant à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - développer son esprit scientifique, c'est – à – dire développer son sens d'observation, d'analyse et d'objectivité. - analyser des phénomènes en vue de les comprendre, les interpréter et les expliquer <p>Objectifs spécifiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les paramètres qui influent sur la période d'un pendule simple . - Analyser l'influence de l'amplitude d'oscillation sur la période - Analyser l'influence de la longueur du pendule sur la période - Vérifier la transformation mutuelle de l'énergie cinétique Ec et de l'énergie potentielle Ep de pesanteur au cours du temps. - Démontrer la conservation de l'énergie mécanique totale E pour un mouvement oscillatoire non amorti. - Démontrer la non- conservation de l'énergie mécanique totale E pour un mouvement oscillatoire amorti.
--	--

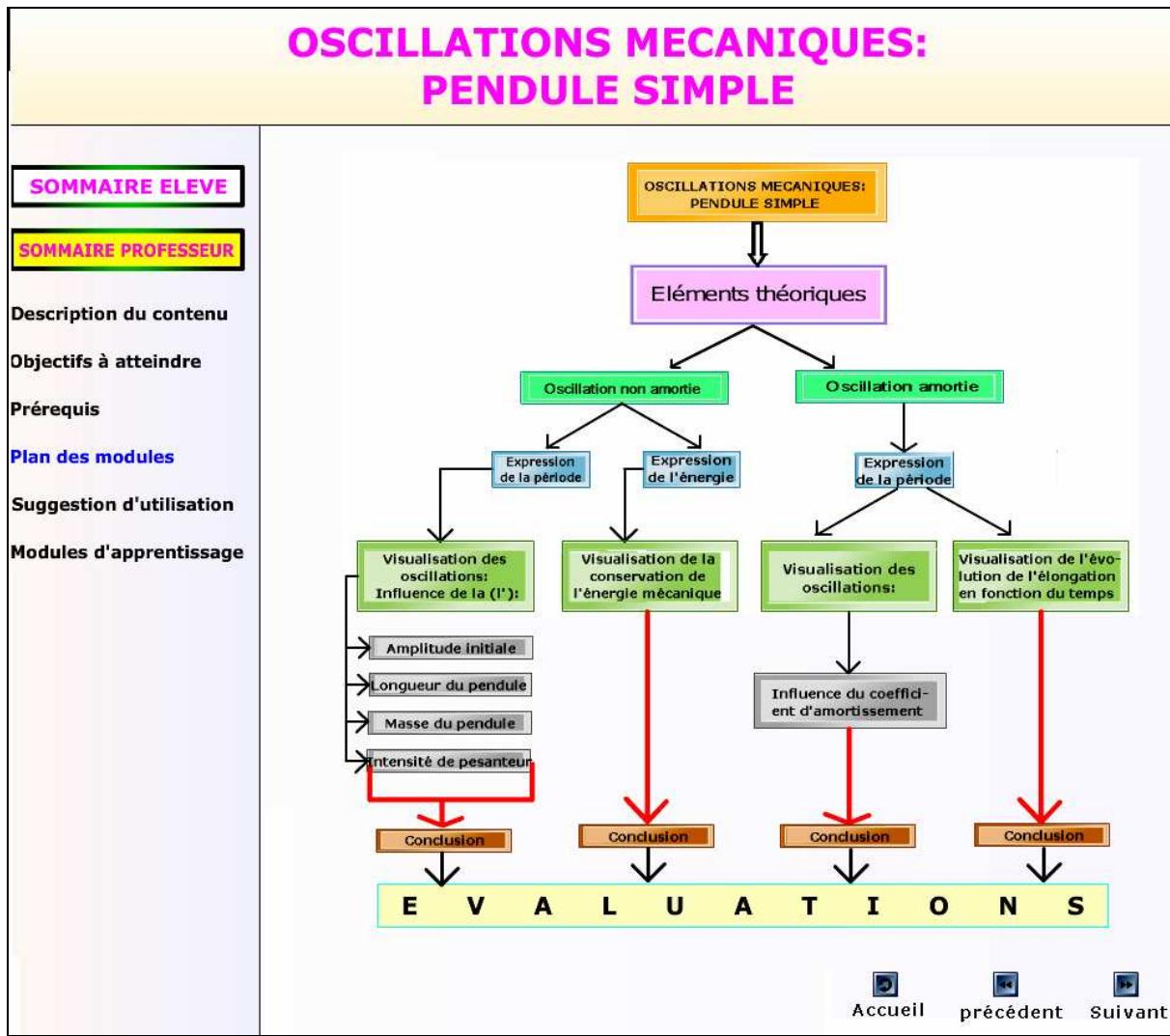
 Accueil
 précédent
 Suivant

- *Prérequis*

SOMMAIRE ELEVE SOMMAIRE PROFESSEUR Description du contenu Objectifs à atteindre Prérequis Plan des modules Suggestion d'utilisation Modules d'apprentissage	<p>Prérequis :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Notion de force -Expression de moment d'inertie -La relation fondamentale de la dynamique en rotation -Théorème de l'énergie cinétique (T.E.C)
--	--

 Accueil
 précédent
 Suivant

- *Plan des modules*



- *Suggestion d'utilisation*

<h2 style="margin: 0;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h2>	
<p>SOMMAIRE ELEVE</p> <p>SOMMAIRE PROFESSEUR</p> <p>Description du contenu</p> <p>Objectifs à atteindre</p> <p>Prérequis</p> <p>Plan des modules</p> <p>Suggestion d'utilisation</p> <p>Modules d'apprentissage</p>	<p>Suggestion d'utilisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les élèves peuvent travailler individuellement ou en groupe. Chaque groupe/élève cherche la résolution de chaque problème et expose ses difficultés durant le temps de discussion. • L'enseignant impose une durée de réflexion pour : -Visualiser et analyser les animations qui décrivent les phénomènes physiques à étudier. -Pour répondre les questions posées , ce logiciel aide à la réalisation des travaux pratiques d'un nouveau genre qui est à développer pour répondre aux attentes d'un système d'orientation concernant l'exploitation des TICE au plan national.
Accueil précédent Suivant	

IV-2 Modules d'apprentissage

La fenêtre « modules d'apprentissage » peut être obtenue en cliquant sur le bouton « modules d'apprentissage » dans le « sommaire élève » et « sommaire professeur ». D'abord le logiciel donne alors les cours relatives à ces modules puis le module d'apprentissage proprement dit.

A- Présentations

Cette présentation possède trois éléments de cours, si vous voulez étudier l'un de ces éléments, vous pouvez cliquer sur l'un des trois boutons : descriptions, position d'équilibre, grandeurs physiques.

• *Descriptions*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage Présentation Oscillation non amortie Oscillation amortie	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;">DescriptionsPosition d'équilibreGrandeurs physiques</div> <p>DESCRIPTIONS :</p> <p>Le modèle du pendule correspond à un objet ponctuel de masse m fixé à l'extrémité libre d'un fil de longueur constante L et de masse négligeable. On considère qu'un pendule pesant « réel » (comme le pendule fil-boule) peut être modélisé par un pendule simple lorsque :</p> <ul style="list-style-type: none">• Le pendule est formé d'un fil inextensible, de masse très faible devant celle de l'objet qui est suspendu• L'objet, dense, a de petites dimensions devant la longueur du fil <p>Exemple : Un pendule constitué d'un fil de longueur $L=1.00\text{m}$ et d'une sphère très dense de diamètre $d=2.0\text{cm}$ peut-être modélisé par un pendule simple : sa longueur est 50 fois plus importante que le diamètre de la boule.</p>  <p style="text-align: right; margin-top: -20px;">Accueil précédent Suite</p>
---	---

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

[Oscillation amortie](#)

Descriptions

Position d'équilibre

Grandeurs physiques

Il existe deux types d'oscillations d'un pendule simple :

•**Oscillation non amortie :**

Dans ce cas, les forces de frottement sont négligeables, l'amplitude des oscillations reste constante. (*Figure 1*)

•**Oscillation amortie :**

Lorsque le pendule simple est soumis à des forces de frottement , son mouvement est alors amorti. L'amplitude des oscillations n'est pas constante, elle diminue au cours du temps.

Cette diminution de l'amplitude existe déjà dans l'air mais devient très grande si le pendule oscille dans de l'huile très visqueuse. (*Figure 2*)

REPRESENTATION

Pour représenter graphiquement le mouvement du pendule, on représente généralement l'élongation angulaire en fonction du temps $\theta(t)$.

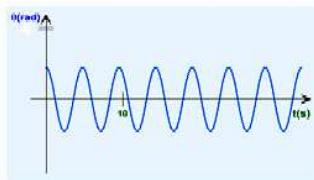


Figure 1

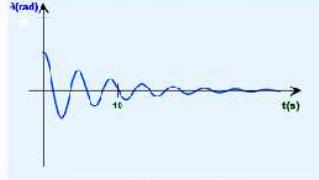
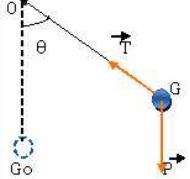


Figure 2

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- **Position d'équilibre**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE			
Modules d'apprentissage	Descriptions	Position d'équilibre	Grandeur physiques
Présentation Oscillation non amortie Oscillation amortie	<p>POSITION D'EQUILIBRE : Etudions l'objet ponctuel du pendule simple dans le référentiel terrestre.</p>  <p>Système : masse suspendu au fil Bilan des forces : Si on néglige les forces de frottement, les forces appliquées au système sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Poids \vec{P} : action gravitationnelle de la terre sur la bille -Tension du fil \vec{T} : action du fil sur la bille <p>Lorsque le point G est situé sur la verticale du point O au point Go, la droite d'action de \vec{P} coupe également l'axe O, et n'a donc pas d'effet sur le mouvement de rotation du pendule. Ainsi :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Si le pendule est immobile dans cette position, il y reste -Si on l'éloigne un peu de cette position, alors le poids P du pendule tend à s'y ramener : cette position est appelée « position d'équilibre »du pendule. 		
Accueil Précédent Suivant			

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE			
Modules d'apprentissage	Descriptions	Position d'équilibre	Grandeur physiques
Présentation Oscillation non amortie Oscillation amortie	<p>D'après le principe d'inertie, à l'équilibre, les deux forces qui s'exercent sur l'objet (son poids \vec{P} et la tension du fil \vec{T}) sont opposées. La tension du fil est donc verticale, comme le poids. Cette condition est réalisée lorsque le fil tendu est verticale.</p> <p>Si le pendule est écarté d'un angle θ de cette position d'équilibre, le poids a tendance faire revenir le pendule dans sa position initiale après quelques oscillations. Cette position est donc appelée position d'équilibre stable.</p>		
Accueil Précédent Suivant			

- **Grandeur physiques**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

[Oscillation amortie](#)

[Descriptions](#)

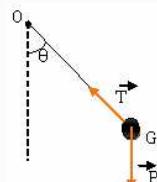
[Position d'équilibre](#)

[Grandeur physique](#)

GRANDEURS PHYSIQUES CARACTERISANT LE MOUVEMENT DU PENDULE SIMPLE

a)- Ecart à l'équilibre et abscisse angulaire

Au cours du mouvement d'un système oscillant, celui-ci oscille autour de sa position d'équilibre stable. Ainsi on peut caractériser cette oscillation par une grandeur qui dépend du temps et qui décrit de combien le système s'écarte de sa position d'équilibre stable. Pour un pendule simple, la grandeur qui dépend du temps est qui est la plus judicieuse à suivre, est l'angle d'oscillation θ : cette grandeur est appelée **abscisse angulaire**. On appelle **abscisse angulaire**, l'angle formé par le pendule à la date t et le pendule à l'équilibre. C'est une grandeur algébrique. Elle peut être négative ou positive, selon le sens positif choisi (théoriquement celui du cercle trigonométrique).



θ abscisse angulaire

[Accueil](#) [précédent](#) [Suite](#)

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

[Oscillation amortie](#)

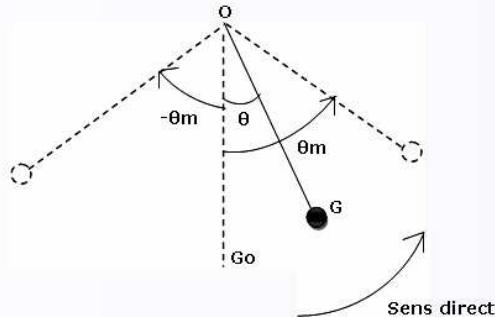
[Descriptions](#)

[Position d'équilibre](#)

[Grandeur physique](#)

b)-Amplitude des oscillations

C'est la valeur absolue de l'abscisse angulaire maximale. C'est une grandeur positive.



Remarque : Influence de l'amortissement

Lorsque les frottements ne sont pas négligeables, les forces de frottement s'exerçant sur le pendule provoquent une diminution de l'abscisse angulaire : *le mouvement est amorti*.

[Accueil](#) [précédent](#) [Suite](#)

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

[Oscillation amortie](#)

[Descriptions](#)

[Position d'équilibre](#)

[Grandeurs physiques](#)

c)-**Période des oscillations**

C'est la durée d'une oscillation complète . On la mesure en secondes(s).

d)-**Fréquence :**

Le nombre de périodes en une seconde est appelé **fréquence** .
Elle est mesurée en Hz(Hertz).

 Accueil  précédent  suivant

B- Oscillation non amortie

B-1 : Expression de la période

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

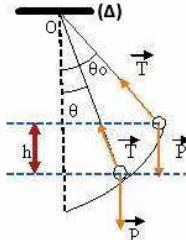
Expression d'énergie

Activité 2

[Oscillation amortie](#)

EXPRESSION DE LA PERIODE D'UN PENDULE NON AMORTI

Considérons un pendule simple de longueur l et de masse m . Le pendule est écarté d'un angle θ de sa position d'équilibre et abandonné sans vitesse initiale. L'élongation maximale est notée par θ_0 .



Pour obtenir la période, on va déterminer d'abord **l'équation différentielle** et **l'équation horaire du mouvement**.

Appliquons au mouvement d'un pendule simple la relation fondamentale de la dynamique du solide en rotation :

$$\sum \mathcal{M}(F_{app})_{/\Delta} = J\dot{\theta}$$

$\sum \mathcal{M}(F_{app})_{/\Delta}$: Somme des moments des forces appliquées par rapport à l'axe (Δ)

J : Moment d'inertie de la bille par rapport à l'axe (Δ)

$\dot{\theta}$: Accélération angulaire

[Accueil](#) [précédent](#) [Suite](#)

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

$$\sum \mathcal{M}(F_{app})_{/\Delta} = J\ddot{\theta}$$

$$\mathcal{M}_{\dot{\theta}/\Delta} + \mathcal{M}_{\ddot{\theta}/\Delta} = J\ddot{\theta} \quad (1)$$

avec

$$\mathcal{M}_{\dot{\theta}/\Delta} = -Pl \sin \theta = -mg \sin \theta$$

$$d'où (1) devient : -mg l \sin \theta = J\ddot{\theta}$$

$$J\ddot{\theta} + mgl \sin \theta = 0 \quad \text{or pour un pendule simple } J = ml^2$$

$$ml^2 \ddot{\theta} + mgl \sin \theta = 0$$

Pour des oscillations de faible amplitude ; on peut prendre $\sin \theta = \theta$ et on a :

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{l} \theta = 0 : \text{Equation différentielle}$$

Remarque : On peut obtenir cette équation différentielle :

-En utilisant le théorème d'énergie cinétique

-En utilisant la conservation de l'énergie mécanique:

Accueil précédent suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

$$\text{Soit } \omega_0^2 = \frac{g}{l} \quad \text{d'où l'équation devient } \ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta = 0$$

$$\text{La solution de cette équation est : } \theta = \theta_m \cos(\omega_0 t + \phi)$$

ω_0 : la pulsation angulaire. Elle est reliée à la fréquence des oscillations

$$\omega_0 = 2\pi f \quad f: \text{fréquence des oscillations}$$

$$f = \frac{\omega_0}{2\pi} \quad \text{or} \quad T_0 = \frac{1}{f}$$

$$\text{On en déduit l'expression de la période : } T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} \quad \text{d'où}$$

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

Analyse dimensionnelle :

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad l (\text{en m}) \text{ représente la longueur du fil et } g (\text{en m/s}^2)$$

l'intensité du champ de pesanteur. Vérifions que la période propre T_0 des oscillations s'exprime en seconde(s) :

2π est sans unité

$$\left(\frac{l}{g} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{m}{ms^2} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{s^2} \right)^{\frac{1}{2}} = (s^2)^{\frac{1}{2}} = s$$

Accueil précédent suivant

Module 1 : Etude de la période

a) Etude de la période en fonction de l'amplitude d'oscillation

- *Objectif*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

[Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule L'intensité de pesanteur

Objectif :
Analyser l'influence de l'amplitude d'oscillation sur la période.

[continuer](#)

Accueil [précédent](#) [Suivant](#)

35

- *Indication*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur

Objectif :
Analyser l'influence de l'amplitude d'oscillation sur la période.

[continuer](#)

Indication :
Soit un solide de masse $m=0.4 \text{ Kg}$ accroché à un fil de longueur $l=0.5\text{m}$. Prenons $g=9.8 \text{ m s}^{-2}$. On fait varier l'amplitude angulaire et on mesure la durée t de 10 oscillations complètes en déclenchant le chronomètre lors du passage à l'élongation maximale. On relève les valeurs du temps et de la période.

[visualiser](#)

- *Animation pour relever les valeurs des temps t et la période T pour 10 oscillations*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur

[Réponses](#)

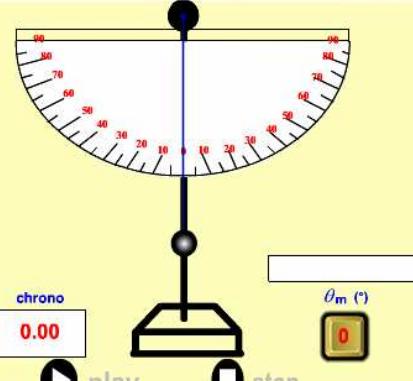
compléter ce tableau

θ_m (°)	5	7	10	15	20	30	40	50	60
$t(s)$									
$T(s)$									

- Valeurs proposée par le logiciel

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

Modules d'apprentissage <ul style="list-style-type: none"> Présentation Oscillation non amortie Expression de la période Activité 1 Expression d'énergie Activité 2 Oscillation amortie 	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur </div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;">  <div style="margin-left: 20px;"> Réponses $T = \frac{t}{10}$ <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>$\theta(^{\circ})$</th> <th>5</th> <th>7</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t(s)</td> <td>14.2</td> <td>14.2</td> <td>14.2</td> <td>14.3</td> <td>14.4</td> <td>14.5</td> <td>14.6</td> <td>14.9</td> <td>15.4</td> </tr> <tr> <td>T(s)</td> <td>1.42</td> <td>1.42</td> <td>1.42</td> <td>1.43</td> <td>1.44</td> <td>1.45</td> <td>1.46</td> <td>1.49</td> <td>1.54</td> </tr> </tbody> </table> Courbe </div> </div> <p><i>compléter ce tableau</i></p> <table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <thead> <tr> <th>$\theta_m (^{\circ})$</th> <th>5</th> <th>7</th> <th>10</th> <th>15</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t(s)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>T(s)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	$\theta(^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60	t(s)	14.2	14.2	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.9	15.4	T(s)	1.42	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.49	1.54	$\theta_m (^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60	t(s)										T(s)										Accueil précédent Suivant
$\theta(^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60																																																					
t(s)	14.2	14.2	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.9	15.4																																																					
T(s)	1.42	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.49	1.54																																																					
$\theta_m (^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60																																																					
t(s)																																																														
T(s)																																																														

- *Représentation graphique*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- Oscillation non amortie**
- [Expression de la période](#)
- Activité 1**
- [Expression d'énergie](#)
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur

Solution $T = \frac{t}{10}$

$\theta(^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60
t(s)	14.2	14.2	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.9	15.4
T(s)	1.42	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.49	1.54

Courbe

Tracer dans votre cahier la courbe $T=f(\theta)$

Voir

compléter ce tableau

$\theta_m(^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60
t(s)									
T(s)									

Accueil précédent suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- Oscillation non amortie**
- [Expression de la période](#)
- Activité 1**
- [Expression d'énergie](#)
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur

Solution $T = \frac{t}{10}$

$\theta(^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60
t(s)	14.2	14.2	14.2	14.3	14.4	14.5	14.6	14.9	15.4
T(s)	1.42	1.42	1.42	1.43	1.44	1.45	1.46	1.49	1.54

Courbe

Tracer dans votre cahier la courbe $T=f(\theta)$

Voir

compléter ce tableau

$\theta_m(^{\circ})$	5	7	10	15	20	30	40	50	60
t(s)									
T(s)									

Effacer la courbe

Accueil précédent suivant

- Analyse de la représentation graphique

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

[Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur

Analyser la courbe $T=f(\theta)$ et quelle remarque peut-on faire ?

[Réponses](#)

Accueil précédent Suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

[Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur

Analyser la courbe $T=f(\theta)$ et quelle remarque peut-on faire ?

[Réponses](#)

L'étude de l'influence de l'amplitude des oscillations du pendule sur la valeur de la période T montre que lorsque l'amplitude des oscillations reste faible, la période ne dépend pas de l'amplitude θ_m : cette propriété est appelée « Isochronisme des petites oscillations » (Isochrones : du grec Iso = même, chronos = temps). Cette valeur augmente dès que l'amplitude θ_m est supérieure à 10°.

[Suite](#)

Accueil précédent Suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude
d'oscillation

La longueur
du pendule

La masse du
pendule

l'intensité de
pesanteur

Analyser la courbe $T=f(\theta)$ et quelle remarque peut- on faire ?

Réponses

L'étude de l'influence de l'amplitude des oscillations du pendule sur la valeur de la période T montre que lorsque l'amplitude des oscillations reste faible, la période ne dépend pas de l'amplitude θ_m : cette propriété est appelée « Isochronisme des petites oscillations » (Isochrones : du grec Iso = même, chronos = temps). Cette valeur augmente dès que l'amplitude θ_m est supérieure à 10°.

Suite

Jusqu'à quelle valeur de θ_m peut on considérer les oscillations comme isochrones ?



Accueil précédent suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude
d'oscillation

La longueur
du pendule

La masse du
pendule

l'intensité de
pesanteur

Analyser la courbe $T=f(\theta)$ et quelle remarque peut- on faire ?

Réponses

L'étude de l'influence de l'amplitude des oscillations du pendule sur la valeur de la période T montre que lorsque l'amplitude des oscillations reste faible, la période ne dépend pas de l'amplitude θ_m : cette propriété est appelée « Isochronisme des petites oscillations » (Isochrones : du grec Iso = même, chronos = temps). Cette valeur augmente dès que l'amplitude θ_m est supérieure à 10°.

Suite

Jusqu'à quelle valeur de θ_m peut on considérer les oscillations comme isochrones ?



Réponses

$T=f(\theta)$ montre que pour des valeurs de θ inférieures à 10°, T reste constante et est égale à 1.42 s .Les oscillations sont isochrones pour des valeurs θ_m inférieures ou égales à 10°.

Accueil précédent suivant

b) Etude de la période en fonction de la longueur du pendule

- *Objectif*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude
d'oscillation

La longueur
du pendule

La masse du
pendule

l'intensité de
pesanteur

Objectif

Analyser l'influence de la longueur du pendule sur la période .

[continuer](#)

 Accueil  précédent  Suivant

- Indication

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur

Objectif
Analyser l'influence de la longueur du pendule sur la période .

[continuer](#)

Indication
Considérons un pendule simple, de masse $m = 0.4\text{Kg}$. On fixe l'amplitude initiale à $\theta_0 = 10^\circ$ et on prend $g = 9.81 \text{m s}^{-2}$, puis on fait varier la longueur l . On mesure la durée t de 10 oscillations complètes en déclenchant le chronomètre lors du passage à l'élongation maximale. On relève les valeurs du temps et de la période.

[visualiser](#)

- Animation pour relever les valeurs des temps t et la période T pour 10 oscillations

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur

[Solution](#)

Compléter ce tableau

$l (\text{m})$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
$t (\text{s})$						
$T(\text{s})$						

[play](#) [stop](#)

- Valeurs proposée par le logiciel

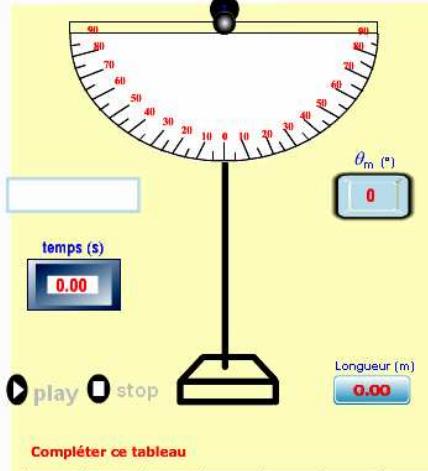
OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



Solution $T = \frac{\pi}{L}$

I (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t(s)	9.00	12.60	15.50	17.90	20.00	21.90
T(s)	0.90	1.26	1.55	1.79	2.00	2.19

Question
Accueil
précédent
Suivant

- Question

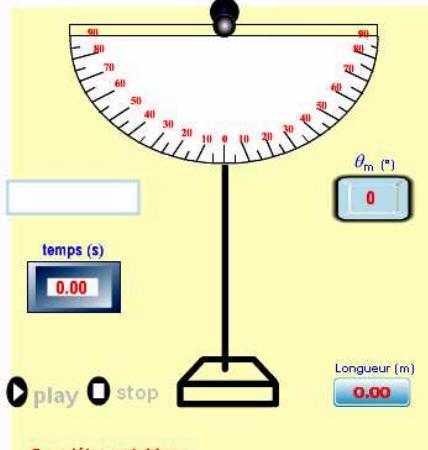
OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



Solution $T = \sqrt{\frac{2\pi}{g} L}$

I (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t(s)	9.00	12.60	15.50	17.90	20.00	21.90
T(s)	0.90	1.26	1.55	1.79	2.00	2.19

- Compléter le tableau ci-dessous puis tracer la courbe $T^2 = f(L)$.
Correction

Accueil
précédent
Suivant

- *Solution proposée*

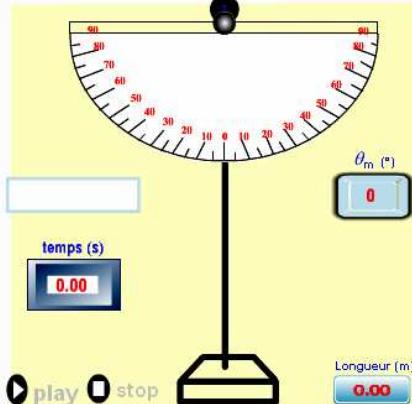
OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



$T = \frac{\pi}{L}$

L (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t(s)	9.00	12.60	15.50	17.90	20.00	21.90
T(s)	0.90	1.26	1.55	1.79	2.00	2.19

Solution
 $T = \frac{\pi}{L}$
Question

- Compléter le tableau ci-dessous puis tracer la courbe $T^2 = f(L)$.

L (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t(s)						
T(s)						
$T^2 (s^2)$						

Compléter ce tableau
Correction

Accueil
précédent
Suivant

- *Représentation graphique*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

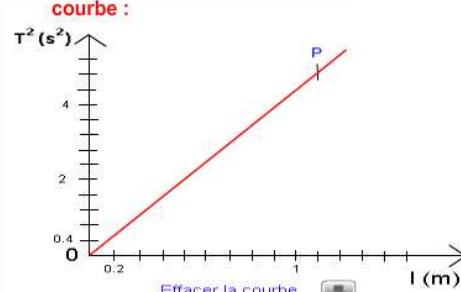
Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur

courbe :



Question

Accueil
précédent
Suivant

44

- Analyse de la représentation graphique

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur

courbe :

The graph shows a linear relationship between T^2 (s²) on the vertical axis and l (m) on the horizontal axis. The vertical axis has tick marks at 0, 2, and 4. The horizontal axis has tick marks at 0.2, 1, and 1.2. A red line starts at the origin (0,0) and passes through the point P(1, 4). There is a button labeled "Effacer la courbe" (Clear curve).

Question

- T^2 est-il proportionnel à l ? Si oui, Justifier et déterminer le coefficient de proportionnalité.

Solution

Accueil **précédent** **suivant**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur

courbe :

The graph shows a linear relationship between T^2 (s²) on the vertical axis and l (m) on the horizontal axis. The vertical axis has tick marks at 0, 2, and 4. The horizontal axis has tick marks at 0.2, 1, and 1.2. A red line starts at the origin (0,0) and passes through the point P(1, 4). There is a button labeled "Effacer la courbe" (Clear curve).

Question

- T^2 est-il proportionnel à l ? Si oui, Justifier et déterminer le coefficient de proportionnalité.

D'après le graphe, on peut dire que T^2 est proportionnel à l .
Justification :
 Ici la droite obtenue est une droite passant par l'origine et on peut écrire $T^2 = al$ a étant une constante, d'où $T = A\sqrt{l}$ avec $A = \sqrt{a}$

Solution

Accueil **précédent** **suivant**

c) Etude de la période en fonction de la masse du pendule

- *Objectif*

<h2 style="margin: 0;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h2>	
<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-bottom: 10px;"> L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule I'intensité de pesanteur </div> <p>Objectif : Analyser l'influence de la masse du pendule sur la période.</p> <p style="text-align: right;">continuer</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> </div>

- *Indication*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation

La longueur du pendule

La masse du pendule

l'intensité de pesanteur

Objectif :

Analyser l'influence de la masse du pendule sur la période.

[continuer](#)

Indication :

Considérons un pendule simple, de longueur $L=0.5\text{m}$. On fixe l'amplitude initiale $\theta_0=10^\circ$ et $g=9.8 \text{ m.s}^{-2}$ puis on fait varier la masse :

Nature	En acier	En laiton	En aluminium
masse (Kg)	0.35	0.40	0.50

Mesurer le temps de 10 oscillations pour chaque cas

[visualiser](#)

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Animation pour relever les valeurs des temps t et la période T pour 10 oscillations

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

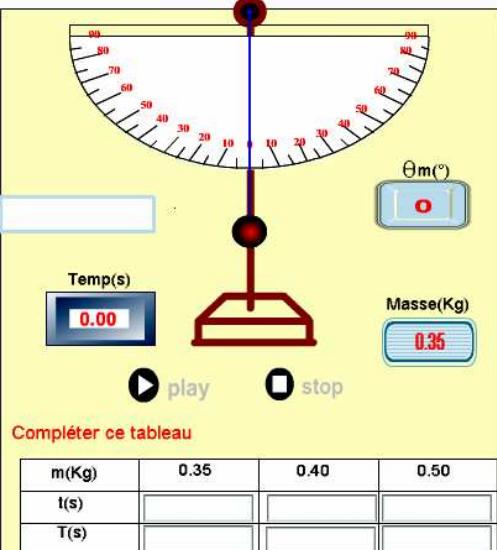
L'amplitude d'oscillation

La longueur du pendule

La masse du pendule

l'intensité de pesanteur

[Correction](#)



[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Valeurs proposée par le logiciel

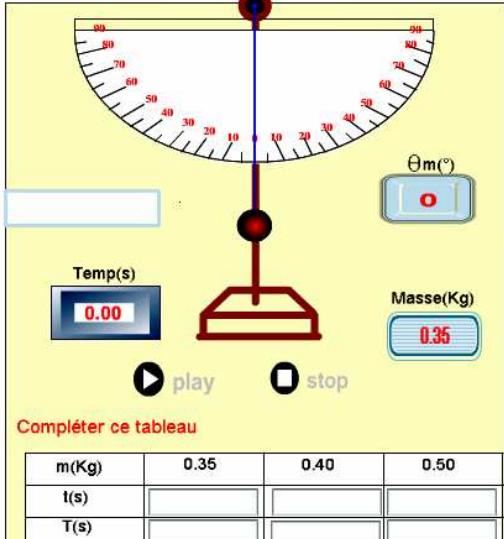
OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



Correction $T = \frac{t}{10}$

m(Kg)	0.35	0.40	0.50
t(s)	14.18	14.18	14.18
T(s)	1.418	1.418	1.418

Question

Compléter ce tableau

m(Kg)	0.35	0.40	0.50
t(s)			
T(s)			

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Question

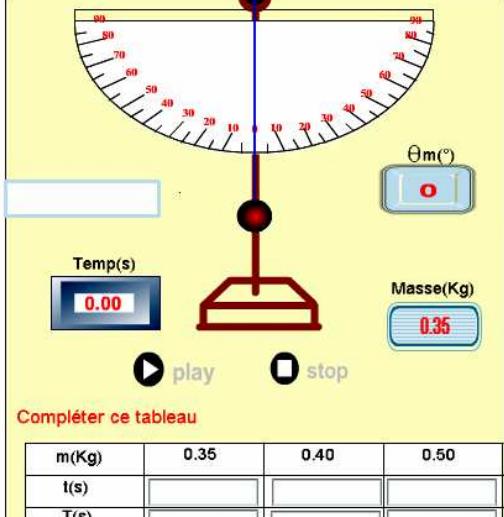
OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



Correction $T = \frac{t}{10}$

m(Kg)	0.35	0.40	0.50
t(s)	14.18	14.18	14.18
T(s)	1.418	1.418	1.418

Question

Qu' observe-t-on? Quelle est votre conclusion

Correction

Compléter ce tableau

m(Kg)	0.35	0.40	0.50
t(s)			
T(s)			

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Solution proposée et conclusion*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

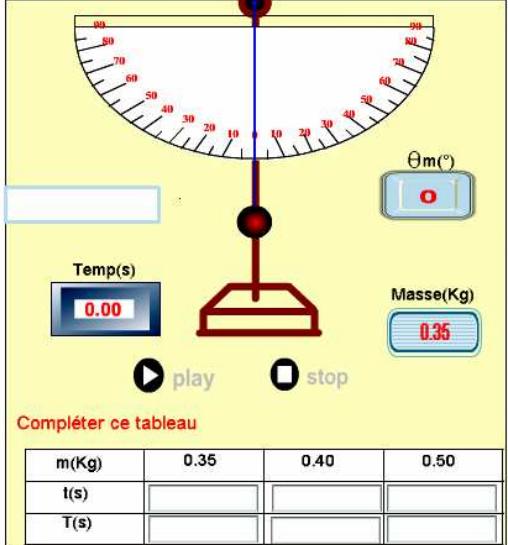
Expression d'énergie

Activité 2

[Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



Correction $T = \frac{t}{10}$

m(Kg)	0.35	0.40	0.50
t(s)	14.18	14.18	14.18
T(s)	1.418	1.418	1.418

Question
Qu' observe -t-on? Quelle est votre conclusion

Compléter ce tableau

m(Kg)	0.35	0.40	0.50
t(s)			
T(s)			

[Accueil](#) [Précédent](#) [Suivant](#)

49

d) Etude de la période en fonction de l'intensité de pesanteur

- *Objectif*

<h2 style="text-align: center;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h2>	
<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :</p> <p>L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule I'intensité de pesanteur</p> <p>Objectif : Analyser l'influence de l'intensité de pesanteur sur la période .</p> <p style="text-align: right;">continuer</p> <p style="text-align: right;">Accueil précédent Suivant</p>

- Indication

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :</p> <p>L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur</p> <p>Objectif : Analyser l'influence de l'intensité de pesanteur sur la période.</p> <p style="text-align: right;">continuer</p> <p>Indication : Soit un solide de masse $m=0.4\text{Kg}$ accroché à un fil de longueur $l=0.5\text{m}$. On fait varier la valeur de l'intensité de pesanteur « g » en changeant de lieu.</p> <table border="1" style="margin-bottom: 10px; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>Lieu</td> <td>Paris</td> <td>Pole nord</td> <td>Equateur</td> </tr> <tr> <td>Latitude($^{\circ}$)</td> <td>49</td> <td>90</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$g(\text{N/Kg})$</td> <td>9.81</td> <td>9.83</td> <td>9.78</td> </tr> </table> <p>Déterminer le temps t correspondant à $n=10$ oscillations pour chaque « g ».</p> <p style="text-align: right;">visualiser</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;"> </p>	Lieu	Paris	Pole nord	Equateur	Latitude($^{\circ}$)	49	90	0	$g(\text{N/Kg})$	9.81	9.83	9.78
Lieu	Paris	Pole nord	Equateur										
Latitude($^{\circ}$)	49	90	0										
$g(\text{N/Kg})$	9.81	9.83	9.78										

- Animation pour relever les valeurs des temps t et la période T pour 10 oscillations

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :</p> <p>L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur</p> <p>Correction</p> <p>Réporter les mesures dans ce tableau</p> <table border="1" style="margin-top: 10px; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>$g(\text{N/Kg})$</th> <th>9.78</th> <th>9.81</th> <th>9.83</th> </tr> <tr> <th>$1/g(\text{Kg/N})$</th> <td>0.1022</td> <td>0.1019</td> <td>0.1017</td> </tr> <tr> <th>$t(\text{s})$</th> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>$T(\text{s})$</th> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </thead> </table> <p style="text-align: right;"> </p>	$g(\text{N/Kg})$	9.78	9.81	9.83	$1/g(\text{Kg/N})$	0.1022	0.1019	0.1017	$t(\text{s})$				$T(\text{s})$			
$g(\text{N/Kg})$	9.78	9.81	9.83														
$1/g(\text{Kg/N})$	0.1022	0.1019	0.1017														
$t(\text{s})$																	
$T(\text{s})$																	

- Valeurs proposée par le logiciel

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

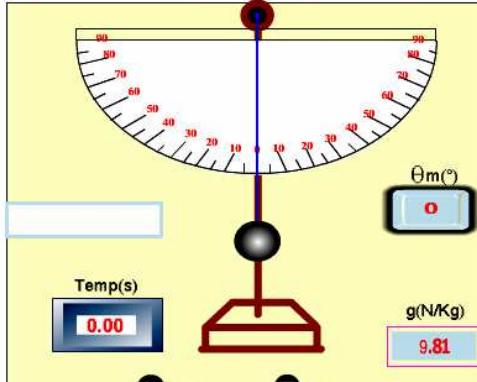
Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



θ m(°)

Temp(s)
0.00
g(N/Kg)
9.81

play
stop

Réporter les mesures dans ce tableau

g(N/Kg)	9.78	9.81	9.83
1/g(Kg/N)	0.1022	0.1019	0.1017
t(s)			
T(s)			

Accueil
précédent
Suivant

- Question

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

Activité 1

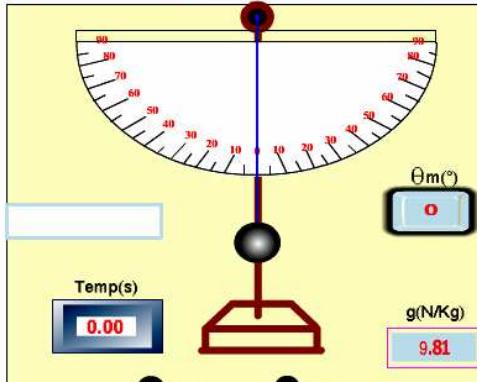
Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
l'intensité de pesanteur



θ m(°)

Temp(s)
0.00
g(N/Kg)
9.81

play
stop

Réporter les mesures dans ce tableau

g(N/Kg)	9.78	9.81	9.83
1/g(Kg/N)	0.1022	0.1019	0.1017
t(s)			
T(s)			

Accueil
précédent
Suivant

Quelle est votre remarque ?

Solution

- Solution proposée

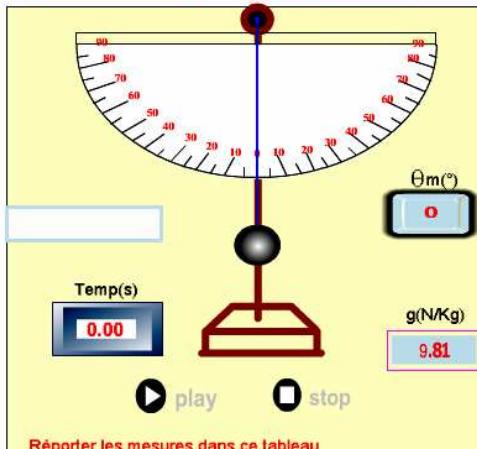
OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
I'intensité de pesanteur



Temp(s)
0.00
play stop

g(N/Kg)
9.81

Réporter les mesures dans ce tableau

g(N/Kg)	9.78	9.81	9.83
1/g(Kg/N)	0.1022	0.1019	0.1017
t(s)			
T(s)			

Correction
Question

g (N/Kg)	9.78	9.81	9.83
(1/g)Kg/N	0.1022	0.1019	0.1017
t(s)	14.20	14.19	14.18
T(s)	1.420	1.418	1.417

Solution

On remarque que la période d'un même pendule varie avec la latitude. Au fur et à mesure qu'on s'approche de l'équateur l'accélération de la force de la pesanteur diminue et la période d'oscillation augmente.

Accueil précédent Suivant

- Représentation graphique

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :

L'amplitude d'oscillation
La longueur du pendule
La masse du pendule
I'intensité de pesanteur

Tracer dans votre cahier la courbe $T^2 = f\left(\frac{1}{g}\right)$ et tirer vos conclusions.

Courbe



Conclusion :

Accueil précédent Suivant

- Analyse de la représentation graphique

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :</p> <p>L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur</p> <p>Tracer dans votre cahier la courbe $T^2=f(\frac{1}{g})$ et tirer vos conclusions.</p> <p>Courbe</p> <p>Conclusion : Le graphe est une droite passant par l'origine, alors on peut conclure que T^2 est proportionnelle à $\frac{1}{g}$. Donc la période d'un pendule simple qui oscille avec une amplitude faible est inversement proportionnelle à la racine carrée de g.</p> <p>Remarque Accueil précédent Suivant</p>
---	---

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 1 : ETUDE DE LA PERIODE EN FONCTION DE :</p> <p>L'amplitude d'oscillation La longueur du pendule La masse du pendule l'intensité de pesanteur</p> <p>Tracer dans votre cahier la courbe $T^2=f(\frac{1}{g})$ et tirer vos conclusions.</p> <p>Remarque</p> <p>Comme T^2 est proportionnelle à la longueur l, et inversement proportionnelle à l'intensité de pesanteur g. Donc T^2 est proportionnelle à $\frac{l}{g}$, on peut écrire $T^2=b\frac{l}{g}$ b étant une constante d'où $T=B\sqrt{\frac{l}{g}}$ avec $B=\sqrt{b}$</p> <p>Dans ce qui va suivre on se propose de déterminer la constante B.</p> <p>Courbe</p> <p>Conclusion : Le graphe est une droite passant par l'origine, alors on peut conclure que T^2 est proportionnelle à $\frac{1}{g}$. Donc la période d'un pendule simple qui oscille avec une amplitude faible est inversement proportionnelle à la racine carrée de g.</p> <p>Accueil précédent Suivant</p>
---	---

e) Détermination de la constante B

- *Objectif*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

[Oscillation amortie](#)

DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"

Objectif

Déterminer la constante "B" dans l'expression de la période.

[continuer](#)

 Accueil  précédent  suivant

- *Indication*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"

Objectif
Déterminer la constante "B" dans l'expression de la période.

[continuer](#)

Indication
Considérons un pendule simple, de masse $m = 0.4\text{Kg}$. On fixe l'amplitude initiale à $\theta_0 = 10^\circ$ et on prend $g = 9.81 \text{m s}^{-2}$, puis on fait varier la longueur l . On mesure la durée t de 10 oscillations complètes en déclenchant le chronomètre lors du passage à l'élongation maximale. On relève les valeurs du temps et de la période.

[visualiser](#)

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- *Animation pour relever les valeurs des temps t et la période T pour 10 oscillations*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"

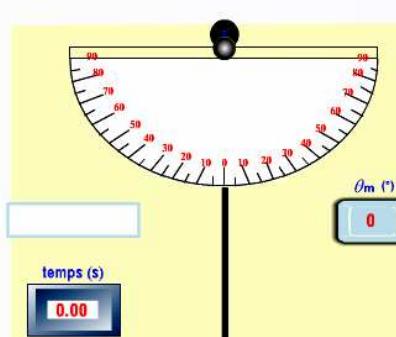


Diagram of a simple pendulum. A vertical string hangs from a fixed point, with a mass at the end. A circular dial to the left shows angles from 0 to 90 degrees. A digital display $\theta_m (^\circ)$ shows 0. Below the pendulum is a stopwatch with a digital display showing 0.00. Buttons for play and stop are shown. To the right is a digital display for length l (m) showing 0.00.

Solution

Compléter ce tableau

l (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)						
T (s)						

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Valeurs proposée par le logiciel

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Compléter ce tableau

L (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)						
T(s)						

Solution $T = \frac{t}{10}$

L (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)	9.00	12.60	15.50	17.90	20.00	21.90
T(s)	0.90	1.26	1.55	1.79	2.00	2.19

Question

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Question

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Compléter ce tableau

L (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)						
T(s)						
T ² (s ²)						

Solution $T = \frac{t}{10}$

L (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)	9.00	12.60	15.50	17.90	20.00	21.90
T(s)	0.90	1.26	1.55	1.79	2.00	2.19
T ² (s ²)						

Question

- Compléter le tableau ci-dessous puis tracer la courbe $T^2 = f(L)$.

[Correction](#)

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- *Solution proposée*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

Compléter ce tableau

l (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)						
T (s)						
T^2 (s ²)						

Solution $T = \frac{t}{10}$

l (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)	9.00	12.60	15.50	17.90	20.00	21.90
T (s)	0.90	1.26	1.55	1.79	2.00	2.19

Question
- Compléter le tableau ci-dessous puis tracer la courbe $T^2 = f(l)$.

l (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)						
T (s)						
T^2 (s ²)						

Correction

l (m)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
t (s)	9.00	12.60	15.50	17.90	20.00	21.90
T (s)	0.90	1.26	1.55	1.79	2.00	2.19
T^2 (s ²)	0.81	1.58	2.40	3.20	4.00	4.79

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- *Représentation graphique*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- Expression de la période**
- Activité 1**
- Expression d'énergie**
- Activité 2**
- [Oscillation amortie](#)

course :

SUITE

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Analyse de la représentation graphique

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Présentation</div> <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Oscillation non amortie</div> <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Expression de la période</div> <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Activité 1</div> <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Expression d'énergie</div> <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Activité 2</div> <div style="background-color: #ADD8E6; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Oscillation amortie</div>	<p style="color: #FF0000; font-weight: bold;">DETERMINATION DE LA CONSTANTE "B"</p> <p>courbe :</p> <p style="text-align: center;">SUITE</p> <p>Ici la droite obtenue est une droite passant par l'origine et on peut écrire $T^2 = al$ (1) a étant le coefficient directeur de la droite . Nous avons obtenu expérimentalement que $T = B \sqrt{\frac{l}{g}}$ d'où $T^2 = \frac{B^2}{g} l$ (2).</p> <p>Utiliser cette courbe pour calculer B (rappel $g=9.81$).</p>	<p style="color: #0000CD; font-weight: bold;">Calcul de la constante B :</p> $(1)=(2) \text{ donne: } a = \frac{B^2}{g} \quad (3)$ <p>avec $a = \frac{T^2}{l}$</p> <p>Considérons le point P(4.79; 1.2) pour calculer "a" d'où</p> $a = \frac{4.79}{1.20} = 3.99$ <p>Alors (3) devient</p> $3.99 = \frac{B^2}{g} \mapsto B^2 = 3.99 \times g$ $B^2 = 3.99 \times 9.81 = 39.14$ $B = \sqrt{(39.14)} \approx 6.26$ <p>On remarque que : $B \approx 2\pi$ d'où l'expression de la période</p> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; text-align: center;">$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$</div>
---	--	---

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

f) A retenir

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE	
Modules d'apprentissage Présentation Oscillation non amortie Expression de la période Activité 1 Expression d'énergie Activité 2 Oscillation amortie	A RETENIR Influence des paramètres <ul style="list-style-type: none">- Pour de faible amplitude ($\theta_m < 10^\circ$), la période propre des oscillations est pratiquement indépendante de l'amplitude.- En un même lieu, des pendules simples de même longueur L, mais de masses différentes ont la même période propre T_0 : la période propre T_0 d'un pendule simple ne dépend donc pas de la masse du pendule.- En un même lieu, la période propre T_0 d'un pendule simple dépend de la longueur L du pendule simple : T_0 augmente quand L augmente.- La période propre T_0 d'un pendule simple dépend de la valeur de l'intensité g de la pesanteur du lieu de l'expérience : T_0 augmente lorsque la valeur de g diminue. CONCLUSION : La période propre T_0 des oscillations de faible amplitude d'un pendule simple ne dépend que de la longueur L du fil et de la valeur du champ de pesanteur g. Les grandeurs L et g sont les paramètres caractéristiques ou spécifiques.  <p>Accueil précédent Suivant</p>

B-2 : Expression de l'énergie

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <ul style="list-style-type: none"> Présentation Oscillation non amortie Expression de la période Activité 1 Expression d'énergie Activité 2 Oscillation amortie 	<p>EXPRESSION DE L'ENERGIE MECANIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>Pour le pendule simple, le centre d'inertie G du solide de masse m décrit un arc de cercle de rayon l. Le vecteur vitesse \vec{v} de G est tangent à la trajectoire ; sa norme v s'exprime par $v = l\dot{\theta}$.</p> <p>L'énergie mécanique E_m est égale à la somme de l'énergie cinétique E_C et de l'énergie potentielle E_P.</p> <p>L'énergie cinétique E_C du pendule est celle acquise par la masse m soit :</p> $E_C = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{ou} \quad E_C = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2$
---	---

[Accueil](#)
[précédent](#)
[Suivant](#)

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <ul style="list-style-type: none"> Présentation Oscillation non amortie Expression de la période Activité 1 Expression d'énergie Activité 2 Oscillation amortie 	<p>EXPRESSION DE L'ENERGIE MECANIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>L'énergie potentielle de pesanteur E_P du pendule simple s'exprime par :</p> $E_P = mgh + cte$ <p>Si la référence de l'énergie potentielle est prise au point le plus bas de la trajectoire (position d'équilibre), alors on a : $h = l(1 - \cos \theta)$ et E_P s'écrit $E_P = mgl(1 - \cos \theta)$</p> <p>Alors l'énergie mécanique est donnée par :</p> $E_m = \frac{1}{2}ml^2\dot{\theta}^2 + mgl(1 - \cos \theta)$
---	--

[Accueil](#)
[précédent](#)
[Suivant](#)

Module 2 : Etude énergétique d'un pendule simple non amorti

- **Objectif**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

[Oscillation amortie](#)

Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI

Objectif :

Démontrer la conservation de l'énergie mécanique totale E lors du mouvement d'un pendule simple non amorti.

[continuer](#)

 Accueil  précédent  Suivant

- *Indication*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>Objectif : Démontrer la conservation de l'énergie mécanique totale E lors du mouvement d'un pendule simple non amorti.</p> <p>continuer</p> <p>Indication : Soit un pendule simple de longueur l, de masse m. On prend $g=10\text{N/Kg}$. On lâche ce pendule sans vitesse initiale à l'instant $t=0$ (au point A).</p> <p>Déterminer l'expression de la vitesse en fonction de g et Δh (en utilisant la théorème de l'énergie cinétique) à l'instant où le pendule se trouve au point B ; (avec $\Delta h = h_i - h_f$).</p> <p>Réponse</p> <p style="text-align: right;"> </p>
---	---

- *Solution proposée par le logiciel*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>Ecrivez ici votre réponse</p> <div style="border: 1px solid #ccc; height: 100px; margin-top: 10px;"></div> <p>Solution</p> <p>En utilisant le théorème de l'énergie cinétique on a :</p> $T.E.C : E_{C_f} - E_{C_i} = \sum w_{\vec{R}_{app}}$ $\frac{1}{2}mv^2 - 0 = w_{\vec{P}} + w_{\vec{R}} \text{ avec } w_{\vec{R}} = 0$ $\frac{1}{2}mv^2 = w_{\vec{P}} \text{ avec } w_{\vec{P}} = mg\Delta h$ $\frac{1}{2}mv^2 = mg\Delta h$ $v^2 = 2g\Delta h \rightarrow v = \sqrt{2g\Delta h}$ <p style="text-align: right;"> </p>
---	--

- Animation pour relever les valeurs de l'altitude

« h »

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

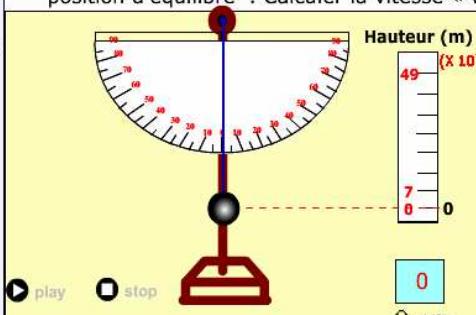
Activité 2

[Oscillation amortie](#)

Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI

Partie expérimentale:

Soit un pendule simple de longueur $l=0.5\text{m}$, de masse $m=0.4\text{Kg}$. On prend $g=10\text{N/Kg}$. On lâche ce pendule sans vitesse initiale à l'instant $t=0$ ($\theta_0=45^\circ$). On relève les valeurs de l'altitude « h » à chaque intervalle de temps $\frac{T}{8}$ par rapport à la position d'équilibre. Calculer la vitesse « v » du pendule correspondant à chaque " h ".


[Correction](#)

$t(s)$	0	$\frac{T}{8}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{3T}{8}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{5T}{8}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{7T}{8}$	T
$h(m) \times 10^{-2}$									
V(s)									

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Valeurs proposée par le logiciel

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

Expression de la période

Activité 1

Expression d'énergie

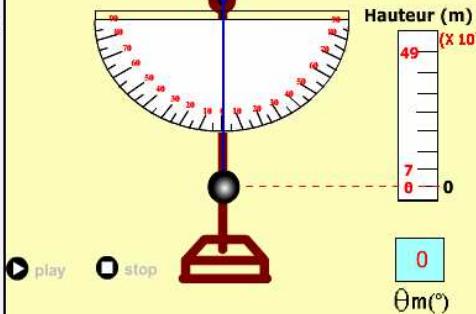
Activité 2

[Oscillation amortie](#)

Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI

Partie expérimentale:

Soit un pendule simple de longueur $l=0.5\text{m}$, de masse $m=0.4\text{Kg}$. On prend $g=10\text{N/Kg}$. On lâche ce pendule sans vitesse initiale à l'instant $t=0$ ($\theta_0=45^\circ$). On relève les valeurs de l'altitude « h » à chaque intervalle de temps $\frac{T}{8}$ par rapport à la position d'équilibre. Calculer la vitesse « v » du pendule correspondant à chaque " h ".


[Correction](#)

$t(s)$	0	$\frac{T}{8}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{3T}{8}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{5T}{8}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{7T}{8}$	T
$h(m) \times 10^{-2}$	14.64	7.50	0	7.50	14.64	7.50	0	7.50	14.64
V(s)	0	1.19	1.71	1.19	0	1.19	1.71	1.19	0

Exemple de calcul de vitesse:
 -à $t=0$: $h=14.64 \cdot 10^{-2}$; $v=v_0$
 -à $t=\frac{T}{8}$: $h=7.5 \cdot 10^{-2}$; $v=v_1$

En utilisant le T.E.C on obtient: $v_1 = \sqrt{2g\Delta h}$
 A.N: $v_1 = \sqrt{2 \times 10 \times (14.64 - 7.5) \cdot 10^{-2}}$
 $v_1 = 1.19 \text{ m.s}^{-1}$

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

64

- **Question**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Présentation</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation non amortie</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Expression de la période</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Activité 1</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Expression d'énergie</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Activité 2</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation amortie</div>	<p>Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>On désigne respectivement par E_p, E_c et E_m l'énergie potentielle de pesanteur, l'énergie cinétique et l'énergie mécanique totale. Dans le système international l'énergie est exprimé en joule(J).</p> <p>Compléter le tableau ci-dessous puis tracer dans un même système d' axe la courbe de chaque énergie en fonction du temps</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>$t(s)$</th> <th>0</th> <th>$\frac{T}{8}$</th> <th>$\frac{T}{4}$</th> <th>$\frac{3T}{8}$</th> <th>$\frac{T}{2}$</th> <th>$\frac{5T}{8}$</th> <th>$\frac{3T}{4}$</th> <th>$\frac{7T}{8}$</th> <th>T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$E_p(J)$</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>$E_c(J)$</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>$E_m(J)$</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> Correction </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"> Accueil </div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"> précédent </div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"> Suivant </div>	$t(s)$	0	$\frac{T}{8}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{3T}{8}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{5T}{8}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{7T}{8}$	T	$E_p(J)$	<input type="text"/>	$E_c(J)$	<input type="text"/>	$E_m(J)$	<input type="text"/>																								
$t(s)$	0	$\frac{T}{8}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{3T}{8}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{5T}{8}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{7T}{8}$	T																																
$E_p(J)$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																
$E_c(J)$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																
$E_m(J)$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																

- **Solution proposée**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Présentation</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation non amortie</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Expression de la période</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Activité 1</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Expression d'énergie</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Activité 2</div> <div style="background-color: #e0f2ff; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation amortie</div>	<p>Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>On désigne respectivement par E_p, E_c et E_m l'énergie potentielle de pesanteur, l'énergie cinétique et l'énergie mécanique totale. Dans le système international l'énergie est exprimé en joule(J).</p> <p>Compléter le tableau ci-dessous puis tracer dans un même système d' axe la courbe de chaque énergie en fonction du temps</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>$t(s)$</th> <th>0</th> <th>$\frac{T}{8}$</th> <th>$\frac{T}{4}$</th> <th>$\frac{3T}{8}$</th> <th>$\frac{T}{2}$</th> <th>$\frac{5T}{8}$</th> <th>$\frac{3T}{4}$</th> <th>$\frac{7T}{8}$</th> <th>T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$E_p(J)$</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>$E_c(J)$</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>$E_m(J)$</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> Correction </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"> Accueil </div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"> précédent </div> <div style="text-align: right; margin-top: 5px;"> Suivant </div>	$t(s)$	0	$\frac{T}{8}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{3T}{8}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{5T}{8}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{7T}{8}$	T	$E_p(J)$	<input type="text"/>	$E_c(J)$	<input type="text"/>	$E_m(J)$	<input type="text"/>																								
$t(s)$	0	$\frac{T}{8}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{3T}{8}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{5T}{8}$	$\frac{3T}{4}$	$\frac{7T}{8}$	T																																
$E_p(J)$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																
$E_c(J)$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																
$E_m(J)$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																

- *Représentation graphique*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>E(J)</p> <p>58.10⁻²</p> <p>30.10⁻²</p> <p>28.10⁻²</p> <p>0</p> <p>$\frac{T}{8}$ $\frac{T}{4}$ $\frac{3T}{8}$ $\frac{T}{2}$ $\frac{5T}{8}$ $\frac{3T}{4}$ $\frac{7T}{8}$ T</p> <p>t(s)</p> <p>Effacer la courbe</p> <p>Question</p> <p style="text-align: right;">Accueil précédent Suivant</p>
---	---

- *Analyse de la représentation graphique*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 1</p> <p>Expression d'énergie</p> <p>Activité 2</p> <p>Oscillation amortie</p>	<p>Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI</p> <p>E(J)</p> <p>58.10⁻²</p> <p>30.10⁻²</p> <p>28.10⁻²</p> <p>0</p> <p>$\frac{T}{8}$ $\frac{T}{4}$ $\frac{3T}{8}$ $\frac{T}{2}$ $\frac{5T}{8}$ $\frac{3T}{4}$ $\frac{7T}{8}$ T</p> <p>t(s)</p> <p>Effacer la courbe</p> <p>Question</p> <p>D'après ces courbes , Qu'observe t-on et quelle est votre conclusion ?</p> <p style="border: 1px solid black; height: 40px; margin-top: 10px;"></p> <p style="text-align: right;">Solution Accueil précédent Suivant</p>
---	---

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Expression de la période

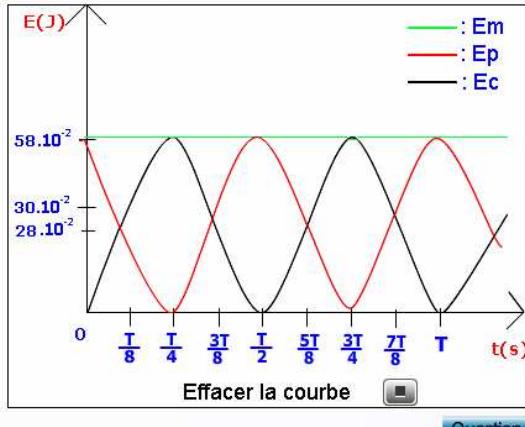
Activité 1

Expression d'énergie

Activité 2

Oscillation amortie

Activité 2 : ETUDE ENERGETIQUE D'UN PENDULE SIMPLE NON AMORTI



On observe que l'énergie mécanique E reste constante .Donc pour conclure, on peut dire que l'énergie mécanique E est conservée pour un mouvement d'un pendule simple non amorti.

D'après ces courbes , Qu'observe t-on et quelle est votre conclusion ?

Solution

Accueil précédent suivant

C- Oscillation amortie

Expression de la période

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE	
Modules d'apprentissage <ul style="list-style-type: none"> Présentation Oscillation non amortie Oscillation amortie Expression de la période <p>Activité 3</p> <p>Activité 4</p>	<p style="text-align: center;">EXPRESSION DE LA PERIODE D'UN PENDULE SIMPLE AMORTI</p> <p>On considère un pendule simple amorti de longueur l et de masse m. On se propose d'étudier le cas d'amortissement faible.</p> <p>f est la force de frottement</p> <p>sens positif</p> <p>En utilisant le T.A.A: $\sum \mathcal{M}(F_{app}) = J\ddot{\theta}$ on a</p> $\mathcal{M}_{\vec{P}/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{T}/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{f}/\Delta} = J\Delta\ddot{\theta}$ $-P.d_1 + 0 + f.d_2 = ml^2\ddot{\theta}$ Avec $\begin{cases} f = -n.v \text{ or } v = l\dot{\theta} \\ d_1 = l\sin\theta \text{ et } d_2 = l \end{cases}$ Avec n : coefficient de proportionnalité . $-mg.l\sin\theta + (-nl^2\dot{\theta}) = ml^2\ddot{\theta}$ $ml^2\ddot{\theta} + mg.l\sin\theta + nl^2\dot{\theta} = 0$
Accueil précédent Suite	

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE	
Modules d'apprentissage <ul style="list-style-type: none"> Présentation Oscillation non amortie Oscillation amortie Expression de la période <p>Activité 3</p> <p>Activité 4</p>	<p style="text-align: center;">EXPRESSION DE LA PERIODE D'UN PENDULE SIMPLE AMORTI</p> $\ddot{\theta} + \frac{g}{l}\sin\theta + \frac{n}{m}\dot{\theta} = 0$ $\ddot{\theta} + \frac{n}{m}\dot{\theta} + \frac{g}{l}\sin\theta = 0$ <p>En posant $w_0^2 = \frac{g}{l}$ et $\lambda = \frac{n}{2m}$ on obtient :</p> $\ddot{\theta} + 2\lambda\dot{\theta} + w_0^2\theta = 0$ Équation différentielle <p>w_0 est la pulsation propre et λ est appellé le coefficient d'amortissement. w_0 et λ sont deux constantes positives caractéristiques du système et s'expriment en rad/s.</p> <p>Solution de cette équation différentielle En fonction du discriminant réduit $\Delta' = \lambda^2 - w_0^2$ (avec $\Delta' = \frac{\Delta}{4}$), on définit les trois régimes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\Delta' > 0$: régime apériodique La solution est de la forme $\theta(t) = e^{(-\lambda t)} \operatorname{sh}(\beta t)$ • $\Delta' = 0$: régime critique La solution est de la forme $\theta(t) = e^{(-\lambda t)} (A_1 + A_2 t)$
Accueil précédent Suite	

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

[Oscillation amortie](#)

Expression de la période

Activité 3

Activité 4

EXPRESSION DE LA PERIODE D'UN PENDULE SIMPLE AMORTI

- $\Delta^2 < 0$: régime pseudo-périodique

La solution est de la forme : $\theta(t) = Be^{(-\lambda t)} \cos(wt + \varphi)$

La pseudo-période:

On définit la pseudo-période T_1 par

$$T_1 = \frac{2\pi}{w_1} = \frac{2\pi}{\sqrt{w_0^2 - \lambda^2}}$$

$$= \frac{\frac{2\pi}{w_0}}{\sqrt{\frac{w_0^2 - \lambda^2}{w_0^2}}} = \frac{\frac{T_0}{w_0}}{\sqrt{\frac{w_0^2 - \lambda^2}{w_0^2}}}$$

Avec $\sqrt{\frac{w_0^2 - \lambda^2}{w_0^2}} = \sqrt{\frac{\frac{T_0^2}{4\pi^2} - \lambda^2}{\frac{4\pi^2}{T_0^2}}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}{4\pi^2 T_0^2}}$ puisque $w_0 = \frac{2\pi}{T_0}$

$$= \sqrt{\frac{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}{4\pi^2}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}$$

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

[Oscillation amortie](#)

Expression de la période

Activité 3

Activité 4

EXPRESSION DE LA PERIODE D'UN PENDULE SIMPLE AMORTI

Alors

$$T_1 = \frac{T_0}{\frac{1}{2\pi} \sqrt{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}}$$

$$T_1 = 2\pi T_0 \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}}$$

Cas de l'amortissement très faible

Par définition un amortissement très faible correspond à un coefficient d'amortissement λ très petit. Dans ce cas $T_1 \approx T_0$.

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

Module 3 : Pendule simple amorti en régime pseudo-périodique :
Influence du coefficient d'amortissement sur la période

- **Objectif**

<h2 style="text-align: center;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h2>	
<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Oscillation amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 3</p> <p>Activité 4</p>	<p>Activité 3 : PENDULE SIMPLE AMORTI EN REGIME PSEUDO-PERIODIQUE: INFLUENCE DU COEFFICIENT D'AMORTISSEMENT SUR LA PERIODE</p> <p>Objectif : Analyser l'influence du coefficient d'amortissement sur la période.</p> <p style="text-align: right;">continuer</p> <p style="text-align: right;">Accueil    Suivant</p>

- *Indication*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Oscillation amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 3</p> <p>Activité 4</p>	<p>Activité 3 : PENDULE SIMPLE AMORTI EN REGIME PSEUDO-PERIODIQUE: INFLUENCE DE COEFFICIENT D'AMORTISSEMENT SUR LA PERIODE</p> <p>Objectif : Analyser l'influence du coefficient d'amortissement sur la période.</p> <p style="text-align: right;">continuer</p> <p>Indication : Soit un solide de masse $m=0.4\text{Kg}$ accroché à un fil de longueur $l=0.5\text{m}$. On fixe l'amplitude initiale à $\theta_0=10^\circ$ et on prend $g=9.8\text{m/s}^2$. On plonge le pendule dans un liquide puis on fait varier le coefficient d'amortissement. On mesure la durée t de 10 oscillations complètes en déclenchant le chronomètre lors du passage à l'élongation maximale. On relève les valeurs du temps et de la période.</p> <p style="text-align: right;">visualiser</p> <p style="text-align: right;">Accueil précédent Suivant</p>
--	--

- *Animation pour relever les valeurs des temps t et la période T pour 10 oscillations*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Oscillation amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 3</p> <p>Activité 4</p>	<p>Activité 3 : PENDULE SIMPLE AMORTI EN REGIME PSEUDO-PERIODIQUE: INFLUENCE DE COEFFICIENT D'AMORTISSEMENT SUR LA PERIODE</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>Temps (s) 0.00</p> <p><input type="button" value="play"/> <input type="button" value="stop"/></p> <p>λ (rad /s) 0.01</p> </div> <p>Compléter le tableau</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>λ (rad /s)</th> <th>0.01</th> <th>0.10</th> <th>0.20</th> <th>0.30</th> <th>0.50</th> <th>0.60</th> <th>0.70</th> <th>0.80</th> <th>1.00</th> <th>1.50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t (s)</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>T(s)</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Accueil précédent Suivant</p>	λ (rad /s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50	t (s)	<input type="text"/>	T (s)	<input type="text"/>																		
λ (rad /s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50																								
t (s)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																								
T (s)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																								

- Valeurs proposée par le logiciel

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- [Oscillation amortie](#)

Expression de la période

Activité 3

Activité 4

**Activité 3 : PENDULE SIMPLE AMORTI EN REGIME PSEUDO-PERIODIQUE:
INFLUENCE DE COEFFICIENT D'AMORTISSEMENT SUR LA PERIODE**

Temps (s) **0.00**

λ (rad/s) **0.01**

Correction

λ (rad/s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50
t (s)	14.2	14.2	14.2	14.2	14.3	14.3	14.3	14.4	14.4	15.0
T(s)	1.42	1.42	1.42	1.42	1.43	1.43	1.43	1.44	1.44	1.50

Question

Compléter le tableau

λ (rad/s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50
t (s)	<input type="text"/>									
T(s)	<input type="text"/>									

- Question

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

- [Présentation](#)
- [Oscillation non amortie](#)
- [Oscillation amortie](#)

Expression de la période

Activité 3

Activité 4

**Activité 3 : PENDULE SIMPLE AMORTI EN REGIME PSEUDO-PERIODIQUE:
INFLUENCE DE COEFFICIENT D'AMORTISSEMENT SUR LA PERIODE**

Temps (s) **0.00**

λ (rad/s) **0.01**

Correction

λ (rad/s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50
t (s)	14.2	14.2	14.2	14.2	14.3	14.3	14.3	14.4	14.4	15.0
T(s)	1.42	1.42	1.42	1.42	1.43	1.43	1.43	1.44	1.44	1.50

Qu'observe t-on ? tirer votre conclusion

Solution

Compléter le tableau

λ (rad/s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50
t (s)	<input type="text"/>									
T(s)	<input type="text"/>									

72

- *Solution proposée et conclusion*

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

[Présentation](#)

[Oscillation non amortie](#)

[Oscillation amortie](#)

Expression de la période

Activité 3

Activité 4

**Activité 3 : PENDULE SIMPLE AMORTI EN REGIME PSEUDO-PERIODIQUE:
INFLUENCE DE COEFFICIENT D'AMORTISSEMENT SUR LA PERIODE**

Temps (s) 0.00 play stop

λ (rad /s) 0.01

θ m(°) 0

Compléter le tableau

λ (rad /s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50
t (s)										
T(s)										

Correction
Question
Solution

λ (rad /s)	0.01	0.10	0.20	0.30	0.50	0.60	0.70	0.80	1.00	1.50
t (s)	14.2	14.2	14.2	14.2	14.3	14.3	14.3	14.4	14.4	15.0
T(s)	1.42	1.42	1.42	1.42	1.43	1.43	1.43	1.44	1.44	1.50

Qu'observe t-on ? tirer votre conclusion

On observe que pour le coefficient d'amortissement $\lambda < 0.30$ la période T_1 reste constante et est égale à la période propre T_0 (voir activité 1).
Conclusion : Pour $\lambda < 0.30$ on a le régime pseudo-périodique

Accueil précédent Suivant

Module 4 : Etude de l'élongation angulaire en fonction du temps

- **Rappels**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage

Présentation

Oscillation non amortie

Oscillation amortie

Expression de la période

Activité 3

Activité 4

Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS

Rappels:

Rappelons que dans le cas du régime pseudo-périodique, l'élongation angulaire en fonction du temps est

$$\theta(t) = Be^{-\lambda t} \cos(\omega t + \varphi)$$

$Be^{-\lambda t}$ est l'amplitude d'oscillation

B est l'amplitude maximale

$$\theta(t=0) = B \cos \varphi \text{ d'où } B \cos \varphi = B \\ \cos \varphi = 1 \implies \varphi = 0 \text{ où } \varphi = 2\pi$$

Prenons $\varphi = 0$ d'où l'équation devient $\theta = Be^{-\lambda t} \cos \omega t$

 Accueil  précédent  Suivant

- *Objectif*

<h2 style="text-align: center;">OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE</h2>	
<p>Modules d'apprentissage</p> <p>Présentation</p> <p>Oscillation non amortie</p> <p>Oscillation amortie</p> <p>Expression de la période</p> <p>Activité 3</p> <p>Activité 4</p>	<p>Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS</p> <p>Objectif:</p> <p>Etudier l'évolution de l'elongation angulaire en fonction du temps.</p> <p style="text-align: right;">continuer</p> <p style="text-align: right;">Accueil   Suivant</p>

- **Indication**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <div style="background-color: #e0f2e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Présentation</div> <div style="background-color: #e0f2e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation non amortie</div> <div style="background-color: #e0f2e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation amortie</div> Expression de la période Activité 3 Activité 4	<p style="color: red; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS</p> <p>Objectif:</p> <p>Etudier l'évolution de l'élargissement angulaire en fonction du temps.</p> <p style="text-align: right;">continuer</p> <p>Indication : Soit un pendule simple de longueur l, de masse m. Immergeons le dans un liquide. On prend $g=10N/Kg$ et le coefficient d'amortissement $\lambda=0.10 \text{ rad/s}$. On lâche ce pendule sans vitesse initiale à l'instant $t=0$ et $\theta(t=0)=10^\circ$. Compléter le tableau suivant en utilisant l'équation $\theta=B e^{-\lambda t} \cos \omega t$ puis tracer dans votre cahier la courbe $\theta=f(t)$.</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> </div>
---	--

- **Tableau à compléter**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <div style="background-color: #e0f2e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Présentation</div> <div style="background-color: #e0f2e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation non amortie</div> <div style="background-color: #e0f2e0; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">Oscillation amortie</div> Expression de la période Activité 3 Activité 4	<p style="color: red; font-weight: bold; margin-bottom: 10px;">Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>$t(s)$</th> <th>0</th> <th>$\frac{T_0}{4}$</th> <th>$\frac{T_0}{2}$</th> <th>$\frac{3T_0}{4}$</th> <th>T_0</th> <th>$\frac{5T_0}{4}$</th> <th>$\frac{6T_0}{4}$</th> <th>$\frac{7T_0}{4}$</th> <th>$2T_0$</th> <th>$\frac{9T_0}{4}$</th> <th>$\frac{10T_0}{4}$</th> <th>$\frac{11T_0}{4}$</th> <th>$3T_0$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\theta(\text{rad})$</td> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th>$\frac{13T_0}{4}$</th> <th>$\frac{14T_0}{4}$</th> <th>$\frac{15T_0}{4}$</th> <th>$4T_0$</th> <th>$\frac{17T_0}{4}$</th> <th>$\frac{18T_0}{4}$</th> <th>$\frac{19T_0}{4}$</th> <th>$5T_0$</th> <th>$\frac{21T_0}{4}$</th> <th>$\frac{22T_0}{4}$</th> <th>$\frac{23T_0}{4}$</th> <th>$6T_0$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="text"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Solution</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> </div>	$t(s)$	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4}$	$\frac{7T_0}{4}$	$2T_0$	$\frac{9T_0}{4}$	$\frac{10T_0}{4}$	$\frac{11T_0}{4}$	$3T_0$	$\theta(\text{rad})$	<input type="text"/>	$\frac{13T_0}{4}$	$\frac{14T_0}{4}$	$\frac{15T_0}{4}$	$4T_0$	$\frac{17T_0}{4}$	$\frac{18T_0}{4}$	$\frac{19T_0}{4}$	$5T_0$	$\frac{21T_0}{4}$	$\frac{22T_0}{4}$	$\frac{23T_0}{4}$	$6T_0$	<input type="text"/>																							
$t(s)$	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4}$	$\frac{7T_0}{4}$	$2T_0$	$\frac{9T_0}{4}$	$\frac{10T_0}{4}$	$\frac{11T_0}{4}$	$3T_0$																																								
$\theta(\text{rad})$	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																								
$\frac{13T_0}{4}$	$\frac{14T_0}{4}$	$\frac{15T_0}{4}$	$4T_0$	$\frac{17T_0}{4}$	$\frac{18T_0}{4}$	$\frac{19T_0}{4}$	$5T_0$	$\frac{21T_0}{4}$	$\frac{22T_0}{4}$	$\frac{23T_0}{4}$	$6T_0$																																										
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>																																										

- Valeurs proposée par le logiciel

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <input type="button" value="Présentation"/> <input type="button" value="Oscillation non amortie"/> <input type="button" value="Oscillation amortie"/> Expression de la période Activité 3 Activité 4	Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS													
	t(s)	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4}$	$\frac{7T_0}{4}$	$2T_0$	$\frac{9T_0}{4}$	$\frac{10T_0}{4}$	$\frac{11T_0}{4}$	$3T_0$
	$\theta(\text{rad})$	<input type="text"/>												
		$\frac{13T_0}{4}$	$\frac{14T_0}{4}$	$\frac{15T_0}{4}$	$4T_0$	$\frac{17T_0}{4}$	$\frac{18T_0}{4}$	$\frac{19T_0}{4}$	$5T_0$	$\frac{21T_0}{4}$	$\frac{22T_0}{4}$	$\frac{23T_0}{4}$	$6T_0$	

Solution

t(s)	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0	$\frac{5T_0}{4}$	$\frac{6T_0}{4}$	$\frac{7T_0}{4}$	$2T_0$	$\frac{9T_0}{4}$	$\frac{10T_0}{4}$	$\frac{11T_0}{4}$	$3T_0$
$\theta(\text{rad})$	0.17	0	-0.16	0	0.15	0	-0.14	0	0.13	0	-0.12	0	0.11
	$\frac{13T_0}{4}$	$\frac{14T_0}{4}$	$\frac{15T_0}{4}$	$4T_0$	$\frac{17T_0}{4}$	$\frac{18T_0}{4}$	$\frac{19T_0}{4}$	$5T_0$	$\frac{21T_0}{4}$	$\frac{22T_0}{4}$	$\frac{23T_0}{4}$	$6T_0$	
	0	-0.10	0	0.09	0	-0.09	0	0.08	0	-0.08	0	0.07	

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- Représentation graphique

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

Modules d'apprentissage <input type="button" value="Présentation"/> <input type="button" value="Oscillation non amortie"/> <input type="button" value="Oscillation amortie"/> Expression de la période Activité 3 Activité 4	Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS												
	Courbe												
	$\theta(\text{rad})$	0.17	0	-0.17	t(s)								
	<input type="button" value="Effacer la courbe"/>												

[Accueil](#) [précédent](#) [Suivant](#)

- **Question**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE	
Modules d'apprentissage <div style="background-color: #CCFFCC; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Présentation</div> <div style="background-color: #CCFFCC; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Oscillation non amortie</div> <div style="background-color: #FFFFCC; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Oscillation amortie</div> Expression de la période Activité 3 Activité 4	<p style="color: red; font-weight: bold;">Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS</p> <p>Qu'observe t-on ? tirer votre conclusion</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div> <div style="text-align: right; margin-top: -20px;"> Solution </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> Accueil précédent Suivant </div>

- **Solution proposée et conclusion**

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE	
Modules d'apprentissage <div style="background-color: #CCFFCC; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Présentation</div> <div style="background-color: #CCFFCC; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Oscillation non amortie</div> <div style="background-color: #FFFFCC; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">Oscillation amortie</div> Expression de la période Activité 3 Activité 4	<p style="color: red; font-weight: bold;">Activité 4 : ETUDE DE L'EVOLUTION DE L'ELONGATION ANGULAIRE EN FONCTION DU TEMPS</p> <p>Qu'observe t-on ? tirer votre conclusion</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div> <div style="text-align: right; margin-top: -20px;"> Solution </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> Accueil précédent Suivant </div>

On observe que l'amplitude des oscillations diminue au cours du temps.

Conclusion:

Lorsque l'amplitude diminue, on peut tirer qu'il y a un amortissement. Et la présence d'un amortissement entraîne *la non conservation de l'énergie mécanique* pour le pendule simple amorti.

D- Evaluations

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

SOMMAIRE PROFESSEUR

Evaluations

Sujet 1 :

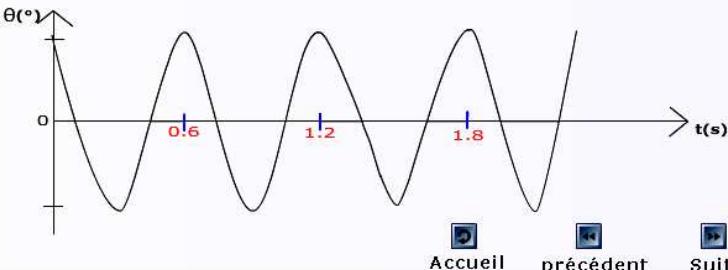
On dispose d'un pendule simple de masse $m=100g$ et de longueur $l=0,5m$. On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle θ , puis on le lâche sans vitesse initiale.

- 1) A quelle condition la période T des oscillations d'un pendule simple est-elle indépendante de l'amplitude de mouvement ?
- 2)- Quelle est l'expression littérale de la période propre des oscillations de ce pendule ? -Calculer sa valeur sachant que l'intensité de la pesanteur est $g=9,81\text{ms}^{-2}$.

Sujet 2 :

On réalise l'enregistrement, au cours du temps, de l'élongation d'un pendule simple (voir le schéma ci-dessous).

- 1)Déterminer la valeur de la période propre.
- 2)Rappeler la loi d'isochronisme des petites oscillations. S'applique-t-elle dans le cas présent ?
- 3)Déterminer l'accélération de pesanteur sachant que la longueur du pendule simple est égale à $0,16\text{m}$.



Accueil précédent Suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

SOMMAIRE PROFESSEUR

Evaluations

Sujet 3:

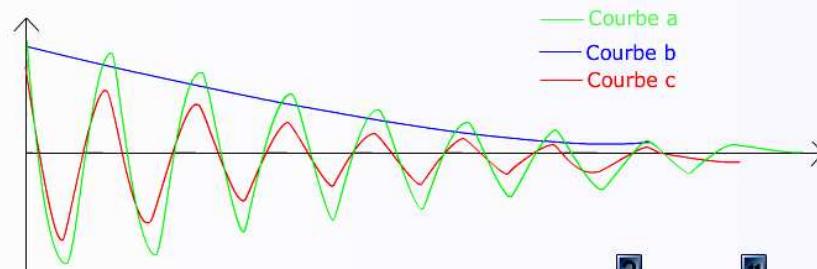
Un pendule simple est constitué d'un fil de longueur $l=0.50\text{m}$ et d'une bille de masse $m=20\text{g}$. On écarte d'un angle $\theta_m=10^\circ$, puis on lâche sans vitesse initiale. On prendra $g= 9.8\text{N/Kg}$.

- 1-Calculer l'énergie mécanique à l'instant où le pendule est lâché.
- 2-Déterminer sa vitesse à l'instant où son élongation est θ .

Sujet 4:

On enregistre l'évolution de l'élongation angulaire d'un même pendule simple, en fonction du temps, au cours de trois expériences différentes (voir le schéma ci-dessous).

- 1)Quel est le phénomène mis en évidence dans ces trois cas ?
- 2)Quelles modifications a-t-on apportées au dispositif pour passer d'une expérience à l'autre ?
- 3)Associer chacune des représentations graphiques ci-dessous à un régimes d'oscillations.
- 4)Classer les enregistrements par ordre croissant de l'amortissement.



Accueil précédent Suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

SOMMAIRE PROFESSEUR

Evaluations

Ecrivez la réponse dans cette zone de texte

Solution

 Accueil  précédent  Suite

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

SOMMAIRE PROFESSEUR

Evaluations

Ecrivez la réponse dans cette zone de texte

Solution

Solution 1:

1)-La période est indépendante de l'amplitude des oscillations si l'amplitude est inférieure à 10°.

2)- L'expression littérale de la période propre des oscillations de ce pendule est

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

-Valeur de la période propre:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{0.5}{9.81}} \approx 1.42 s$$

 Accueil  précédent  Suite

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

SOMMAIRE PROFESSEUR

Evaluations

Solution 2:

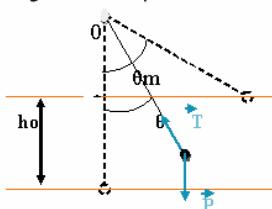
- 1 - La valeur de la période propre est **T₀=0.60s**.
- 2 - Isochrone: lorsque l'amplitude des oscillations est inférieure à 10°, la période est pratiquement indépendante de l'amplitude. Mais ici l'amplitude θ_{max} étant inférieure à 10°, donc cette loi s'applique ici.
- 3- Détermination de l'accélération de la pesanteur

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

$$\text{Soit } g = \frac{4\pi^2 l}{T_0^2} = \frac{4\pi^2 \times 0.16}{0.80^2} = 9.9 \text{ ms}^{-2}$$

Solution 3:

1-Energie mécanique à l'instant où le pendule lâche



$$E_m = E_C + E_P$$

$$E_m = \frac{1}{2} mv^2 + mgh \quad \text{Avec } v=0, h_0 = l(1 - \cos \theta)$$

$$E_m = mgl(1 - \cos \theta)$$

$$\text{A.N: } E_m = 1,49 \cdot 10^{-2} J$$

Accueil précédent Suite

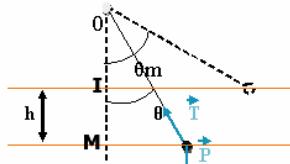
OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

SOMMAIRE PROFESSEUR

Evaluations

2- Détermination de la vitesse à l'instant où son élongation est θ :



$$\text{T.E.C: } E_{C_f} - E_{C_i} = \sum w_{F_{app}}$$

$$\frac{1}{2} mv^2 - 0 = w_{\vec{P}} + w_{\vec{R}} \quad \text{avec } w_{\vec{R}} = o$$

$$\begin{aligned} \text{Alors on a: } & \frac{1}{2} mv^2 = mgh \quad \text{avec } h = OM - OI \\ & = l \cos \theta - l \cos \theta_0 \quad \text{Avec: } \theta_m = \theta_0 \\ & = l(\cos \theta - \cos \theta_0) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{D'où: } & \frac{1}{2} mv^2 = mgl(\cos \theta - \cos \theta_0) \\ & v^2 = 2gl(\cos \theta - \cos \theta_0) \end{aligned}$$

$$v = \sqrt{2gl(\cos \theta - \cos \theta_0)}$$

Accueil précédent Suivant

OSCILLATIONS MECANIQUES: PENDULE SIMPLE

SOMMAIRE ELEVE

SOMMAIRE PROFESSEUR

Evaluations

Solution 4:

- 1) Le phénomène mis en évidence dans ce trois cas est le phénomène d'amortissement des oscillations.
- 2) Pour passer une expérience à l'autre, on a modifié les frottements, par exemple en plaçant une palette sur la masse du pendule.
- 3) -Régime pseudo-périodique: courbes **(a)** et **(c)**.
-Régime apériodique: courbe **(b)**.
- 4) Classement de l'amortissement: par ordre croissant d'amortissement, on a: **(a);(c);(b)**.

 Accueil

 précédent

CONCLUSION

Dans ce travail nous avons développé un logiciel didactique pour l'étude des oscillations d'un pendule simple non amorti et d'un pendule simple amorti. L'aspect énergétique est aussi analysé. Il s'adresse aux élèves des classes terminales scientifiques. Il propose divers types d'activités avec des objectifs précis :

- Lecture d'éléments de cours sur les thèmes à étudier
- Réalisation de travaux pratiques virtuels
- Résolution d'exercices à titre d'évaluation formative et d'évaluation sommative.

De ce point de vue, ce logiciel est un support de cours et de travaux pratiques. Il simule l'environnement d'apprentissage que l'on rencontre dans les séances de travaux pratiques dans un laboratoire de Lycée.

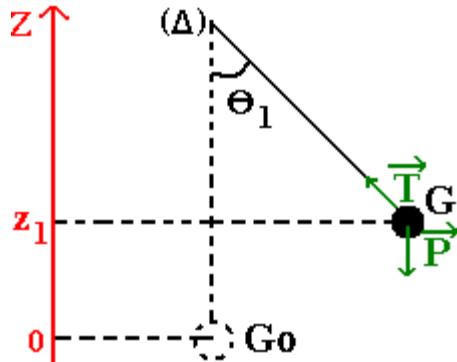
L'approche que nous avons retenue est fondée sur la construction du savoir et des connaissances par l'apprenant(e) lui (elle) même :

- Le phénomène physique à étudier est présenté sous forme d'animation/simulation. L'apprenant(e) est invité(e) à l'observer attentivement. Cette phase d'observation lui permet d'identifier les paramètres qui influent sur le système.
- Il modifie ces paramètres et fait des mesures. Il inscrit les valeurs obtenues dans un tableau. Il trace des courbes, les analyse et tire des conclusions. Cette analyse de courbe après chaque modification de paramètre permet à l'élève de prendre une attitude face à ses observations. Cet aller retour entre courbe et paramètre est essentiel pour développer son esprit critique.
- Il confronte ensuite ses résultats avec ceux donnés par le logiciel.

Pour terminer, nous espérons que ce logiciel pourra servir réellement de support didactique aux enseignants des Lycées. Cependant l'utilisation de ce nouveau mode d'accès au savoir demande quelques mesures d'accompagnement comme la formation des enseignants en informatique et la vulgarisation des ordinateurs dans les établissements.

ANNEXE 1 : Energie mécanique d'un pendule simple non amorti.

Considérons un pendule simple de longueur l et de masse m , mobile autour d'un axe horizontal. Repérons par un axe \mathbf{z} vertical ascendant le centre d'inertie \mathbf{G} du système. On prend comme origine de potentiel (cote de référence) la position de ce centre d'inertie lorsque ce système est en équilibre. On le lâche sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$. A l'instant t son altitude est z_1



L'énergie mécanique totale de ce système à tout instant est :

$$E(t) = Ep(t) + Ec(t)$$

Où $Ep(t)$ représente l'énergie potentielle à l'instant t et $Ec(t)$ l'énergie cinétique.

Le bilan énergétique à la position z_1 s'écrit :

$$E_1(t_1) = Ep(z=z_1) + Ec(z=z_1)$$

$Ec(z=z_1)$ est l'énergie cinétique à la position $Z=z_1$

$$Ec(z=z_1) = 0$$

On en déduit que $E_0 = \frac{1}{2} mv_0^2$ et $E_1 = mgz_1$

L'énergie mécanique totale de ce système à tout instant est

$$E(t) = Ep(t) + Ec(t)$$

Avec

$$* \quad Ep(t) = mgz_1 \text{ or } z_1 = l(1-\cos\theta)$$

Pour θ faible $1-\cos\theta \approx \theta^2/2$

$$\Rightarrow Ep(t) = mgl(\theta^2)/2 = \frac{1}{2} mgl \theta^2$$

Or $\theta = A \cos(\omega t + \varphi)$

$$\text{D'où } Ep(t) = \frac{1}{2} mgl[A \cos(\omega t + \varphi)]^2$$

$$* \quad E_c(t) = \frac{1}{2} J \dot{\theta}^2$$

$$\text{Avec } \dot{\theta} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\text{D'où } E_c(t) = \frac{1}{2} J [-\omega A \sin(\omega t + \varphi)]^2$$

Donc

$$E(t) = \frac{1}{2} J [-\omega A (\sin(\omega t + \varphi))]^2 + \frac{1}{2} mgl [A \cos(\omega t + \varphi)]^2$$

$$\text{Or } J\omega^2 = ml^2 \times g/l = mgl \Rightarrow J\omega^2 = mgl$$

$$\text{Alors } E(t) = \frac{1}{2} J\omega^2 [A (\sin(\omega t + \varphi))]^2 + \frac{1}{2} J\omega^2 [A \cos(\omega t + \varphi)]^2$$

$$= \frac{1}{2} J\omega^2 A^2 \underbrace{[\sin^2(\omega t + \varphi) + \cos^2(\omega t + \varphi)]}_1$$

$$\boxed{E(t) = \frac{1}{2} J \omega^2 A^2 = \text{constante}}$$

ANNEXE 2 : Pseudo-période

Un pendule faiblement amorti oscille toujours mais l'amplitude d'oscillation diminue progressivement au cours du temps.

La période d'oscillation T est appelée pseudo-période.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{Avec}$$

$$\omega = \omega_0 \sqrt{\frac{\omega_0^2 - \lambda^2}{\omega_0^2}}$$

ω_0 est la pulsation propre du pendule et λ est le coefficient d'amortissement.

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega_0 \sqrt{\frac{\omega_0^2 - \lambda^2}{\omega_0^2}}}$$

$$T = \frac{\frac{2\pi}{\omega_0}}{\frac{\sqrt{\frac{\omega_0^2 - \lambda^2}{\omega_0^2}}}{\omega_0}} = \frac{T_0}{\sqrt{\frac{\omega_0^2 - \lambda^2}{\omega_0^2}}}$$

Avec

$$\sqrt{\frac{\omega_0^2 - \lambda^2}{\omega_0^2}} = \sqrt{\frac{\frac{4\pi^2}{T_0^2} - \lambda^2}{\frac{4\pi^2}{T_0^2}}} \quad \text{puisque } \omega_0 = 2\pi/T_0$$

$$= \sqrt{\frac{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}{4\pi^2}}$$

$$\sqrt{\frac{w_0^2 - \lambda^2}{w_0^2}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}$$

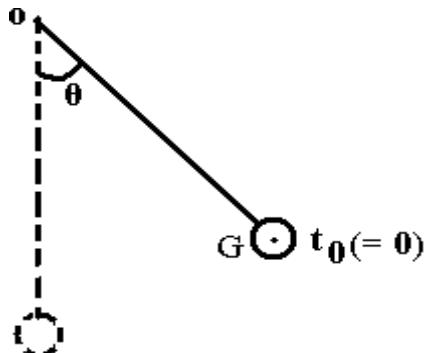
Alors :

$$T = \frac{T_0}{\frac{1}{2\pi} \sqrt{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}}$$

$$T = 2\pi T_0 \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 - \lambda^2 T_0^2}}$$

ANNEXE 3 : Energie mécanique d'un pendule simple amorti

Soit un pendule simple de longueur l et de masse m . On le lâche sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$.



L'énergie mécanique totale de ce système à tout instant est

$$E(t) = Ec(t) + Ep(t)$$

$$E(t) = \frac{1}{2} J \dot{\theta}^2 + mgl (\theta^2/2) \text{ or } mgl = J \omega^2$$

$$E(t) = \frac{1}{2} J \dot{\theta}^2 + J \omega^2 (\theta^2/2)$$

Avec

$$* \quad \theta(t) = Ae^{(-\lambda t)} \cos(\omega t + \varphi)$$

$$* \quad \dot{\theta}(t) = [-A\lambda e^{(-\lambda t)} \cos(\omega t + \varphi)] + [Ae^{(-\lambda t)} (-\omega \sin(\omega t + \varphi))]$$

$$= [-A\lambda e^{(-\lambda t)} \cos(\omega t + \varphi)] - A\omega e^{(-\lambda t)} \sin(\omega t + \varphi)$$

$$\ddot{\theta}(t) = Ae^{(-\lambda t)} [-\omega \sin(\omega t + \varphi) - \lambda \cos(\omega t + \varphi)]$$

D'où :

$$E(t) = \frac{1}{2} J [Ae^{(-\lambda t)} (-\omega \sin(\omega t + \varphi) - \lambda \cos(\omega t + \varphi))]^2 + \frac{1}{2} J \omega^2 [Ae^{(-\lambda t)} \cos(\omega t + \varphi)]^2$$

Pour $\omega \approx \omega_0$, $\lambda \rightarrow 0$ (système peu amorti) alors

$$E(t) = \frac{1}{2} J [-Ae(-\lambda t) \omega_0 \sin(\omega_0 t + \varphi)]^2 + \frac{1}{2} J \omega_0^2 [Ae(-\lambda t)$$

$$\cos(\omega_0 t + \varphi)]^2$$

$$E(t) = \frac{1}{2} JA^2 \omega_0^2 e^{-2\lambda t} [\underbrace{\sin 2(\omega t + \varphi) + \cos 2(\omega t + \varphi)}_1]$$

$$E(t) = \frac{1}{2} j \omega_0^2 A^2 e^{(-2\lambda t)}$$

BIBLIOGRAPHIE

- [1]CESSAC, J. Physique Terminale D, Paris : Fernand Nathan, 1967,303p
- [2]COMMISSION PEDAGOGIQUE DU LYCEE GALLIENI, Travaux pratiques de physique-chimie, Imprimerie-Nationale-Tananarive, 1975, 48p
- [3]DURANDEAU, P. Physique Terminale S, Paris : Hachette livre, 1995, 384p
- [4]GROSSETÊTE, C. Physique Terminale S, Paris : Belin, 1995, 448p
- [5]PROVOST, P. dictionnaire pratique de physique, Imprimerie JOUVE, 17, rue du Louvre 75001 PARIS, 1981, 259p
- [6]LANDAN, L. La physique à la portée de tous, Russe :Mir. Mouscou, 1982, 261p
- [7]RAHANITRARIVONY, H. H. Etude sur micro-ordinateur de la marche d'un rayon lumineux à travers un prisme. Mémoire CAPEN, ENS Antananarivo. N° d'ordre 243/PC, 2006, 67p
- [8]RAKOTOMALALA, J.E. Etude sur micro-ordinateur de la diffraction par « N » fentes. Mémoire CAPEN, ENS Antananarivo, 2005, 78p
- [9]RAKOTOMANDIMBY, T.F.R Mouvement oscillatoire amorti : Etude basée sur l'Expérimentation Assistée par Ordinateur. Mémoire CAPEN, ENS Antananarivo. N° d'ordre 212/PC, 2003, 77p
- [10]TAHINAMALALA, M.G. Etude sur micro-ordinateur d'une réflexion par un miroir. Mémoire CAPEN, ENS Antananarivo. N° d'ordre 208/PC, 2003, 112p
- [11]YAVORSKI, B. Aide-mémoire de physique, Editions Mir.Mouscou, 1996, 963 pages

WEBOGRAPHIE

<http://forums.Futura-Sciences.com/technologies/279757-pendule-pesant-calcul-de-hauteur-chute.html>

<http://pageperso-orange.fr/physique.Chimie/cours-de-physique/physique-13-pendule-simple.Html>

<http://fr.eureka.ntic.Org/display-lo.php?format=HTML lom- id =1900>

<http://www.Webphysique.Fr/portrait - de - phase- d'un -pendule, 79. html>

<http://montblancsciences.Free.Fr/terms/physique/cours/p15.html>

http://www.Webphysique.Fr/spip.php?page=forum id_article = 81

<http://fr.Wikiversity.Org/wiki/%C3%89 volutiontemporelle-des syst%C3%A8mes-%C3%A9caniques>

RESSOURCE NUMERIQUE POUR L'ETUDE DES OSCILLATIONS MECANIQUES : CAS D'UN PENDULE SIMPLE

Résumé :

Ce mémoire intitulé « Ressource numérique pour l'étude des oscillations mécaniques : cas d'un pendule simple » développe un logiciel didactique qui sert de support de cours et de travaux pratiques sur les oscillations d'un pendule simple non amorti et amorti qui figurent dans le programme des classes terminales scientifiques.

Il comporte deux parties :

- La première partie présente un repère théorique sur le thème d'étude.
- La deuxième partie propose quatre modules d'apprentissage :
 - Le premier module concerne l'analyse des paramètres qui influent sur la période d'un pendule simple non amorti.
 - Le deuxième module se concentre sur la conservation de l'énergie mécanique d'un pendule simple non amorti.
 - Le troisième module étudie l'influence du coefficient d'amortissement sur la période d'un pendule simple amorti.
 - Le dernier module traite l'évolution, en fonction du temps, de l'elongation angulaire d'un pendule amorti.

Mots clés :

Oscillation mécanique, pendule simple, énergie mécanique, période, logiciel, TP virtuel, pendule amorti, mouvement, simulation, didacticiel, science physiques.

Nombre de pages : 83

Nombre de figure : 17

Directeur de mémoire : Henri RASOLONDRAMANITRA

Maitre de conférences

Auteur : Annick TAHINJANAHAHARY