FICHE N°1 : DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AU PROFESSEUR

Sujet : PENDULE SIMPLE ÉQUIVALENT À UN PENDULE PESANT

Les savoir-faire évalués sont :

- réaliser le paramétrage de l'acquisition (y compris l'étalonnage),
- réaliser une acquisition de données en respectant les consignes (amplitude, vitesse initiale),
- le modèle théorique étant fourni, obtenir un paramètre (longueur) ayant un sens physique,
- être capable d'envisager le rôle des frottements.

REMARQUE D'ENSEMBLE :

Le programme de T.S. suggère l'utilisation de l'outil informatique comme instrument d'étude de phénomènes physiques, de représentation des données et de modélisation.
Ce sujet correspond à cette orientation.
Ce protocole ne peut être proposé à l'élève que s'il a une bonne connaissance de l'outil informatique et du logiciel général d'acquisition et de traitement en usage dans l'établissement.
Le logiciel doit **impérativement** proposer une modélisation par équation différentielle du second ordre non linéaire.

1/ MATÉRIEL UTILISÉ

- ordinateur avec interface + imprimante,
- ensemble "PENDULOR" de Micrelec connecté sur une entrée analogique de l'interface,
- logiciel général d'acquisition et de traitement adapté à l'interface.

2/ REMARQUES ET CONSEILS RELATIFS A LA PRÉPARATION DES POSTES DE TRAVAIL

Indiquer au tableau, que
« Aucun appel concernant l'utilisation d'une commande du logiciel ne sera pénalisé ».
Avant l'arrivée du candidat, mettre l'ordinateur et éventuellement l'interface sous tension, lancer le logiciel et placer le cylindre coulissant de façon quelconque. Si l'option existe, l'unité d'angle par défaut doit être le radian.
Le paramétrage de l'acquisition doit être réalisé par le candidat.

3/ DÉROULEMENT DE L'ÉPREUVE

PREMIER APPEL :

- vérifier que la position du cylindre coulissant est conforme à l'indication portée sur la fiche du candidat,
- vérifier le réglage du zéro, l'étalonnage et le paramétrage de l'acquisition.

DEUXIÈME APPEL :

- vérifier l'acquisition des données et constater la représentation de $\theta = f(t)$.

TROISIÈME APPEL :

- constater la représentation superposée de $\theta = f(t)$ et de son modèle,
- assister à la détermination de la période des oscillations,
- suivant le temps qui reste à l'élève pour composer, il peut être souhaitable d'enregistrer le fichier de mesures, voire même de lancer l'impression.

FICHE N°2 : LISTE DU MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AU PERSONNEL DE LABORATOIRE

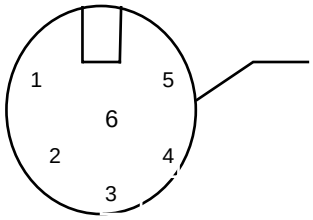
Sujet : PENDULE SIMPLE ÉQUIVALENT À UN PENDULE PESANT

Pour un poste de travail :

a/ MATÉRIEL INFORMATIQUE :

- un ordinateur couplé à l'imprimante,
- une interface,
- un ensemble "PENDULOR" de MICRELEC ou tout système équivalent,
- éventuellement un dispositif d'adaptation à l'interface (autres interfaces qu'Orphy),
- le logiciel général d'acquisition et de traitement adapté à l'interface.

Remarque : le dispositif d'adaptation ne nécessite qu'une alimentation externe pour le potentiomètre rotatif ; la connexion (par fiche DIN) n'utilise que trois bornes une pour la référence, une pour l'alimentation et une pour la mesure.
Le pendule est prévu pour se brancher sur Orphy par une prise DIN mâle. Le dispositif d'adaptation peut se réduire à une prise DIN femelle sur laquelle sont soudés trois fils se terminant par des fiches bananes mâles.



Les bornes sont numérotées. Trois fils sont soudés aux bornes 3, 4 et 6. Le fil 3 est branché à la référence de l'interface ainsi qu'à la borne **-** de l'alimentation 5 V. Le fil 6 est relié à la borne + de l'alimentation 5 V. Le fil 4 est relié à l'entrée analogique de l'interface.

b/ MATÉRIEL COURANT :

- un mètre à ruban.

c/ MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE DE SÉCURITÉ :

- un ensemble informatique de rechange sur le bureau du professeur.

FICHE N°3 : ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

Sujet : PENDULE SIMPLE ÉQUIVALENT À UN PENDULE PESANT

Le système est un pendule pesant constitué d'une tige de masse m et d'un cylindre coulissant de masse M. Le centre d'inertie du cylindre coulissant est placé à la distance L de l'axe de rotation.

1/ DÉROULEMENT DE LA MANIPULATION

- Enregistrer l'élongation angulaire θ(t) correspondant à un peu plus d'une oscillation complète du pendule.
- Exploiter les données numériques acquises pour modéliser θ(t).
- Déduire la longueur, l, du pendule simple équivalent au pendule pesant. Un pendule simple est équivalent à un pendule pesant lorsque sa période d'oscillations est la même pour la même amplitude, en un même lieu.

2/ DONNÉES

Dans le cas où les oscillations ne sont pas de faible amplitude, l'étude dynamique du pendule simple, en l'absence de frottements, conduit à l'équation :

$$\ddot{\theta} = -\frac{g}{l}\sin\theta, \qquad \ddot{\theta} \text{ étant l'accélération angulaire.}$$

3/ TRAVAIL À EFFECTUER

Note : ce sujet est accompagné d'une feuille de réponse individuelle sur laquelle seront consignés les résultats.

a/ PRÉPARATION

- Fixer le cylindre sur la tige de façon à avoir L = 47 cm.
- Procéder au paramétrage de l'acquisition :
  - indiquer la voie d'acquisition retenue puis régler le potentiomètre de "PENDULOR" pour que, le pendule étant dans sa position d'équilibre, le spot apparaisse à l'origine du repère dans la fenêtre d'acquisition,
  - demander un enregistrement unique, déclenché au clavier, de l'élongation angulaire θ évaluée en radians, $\theta \in [-\pi;+\pi]$,
  - effectuer un étalonnage à partir de deux positions connues du pendule, par exemple pendule vertical (θ =0) et pendule horizontal,
  - choisir une durée d'enregistrement d'une période, soit environ de deux secondes,
  - le nombre de points d'enregistrement sera par exemple de 180.

!!! Appeler l'examinateur pour vérifier le réglage et le paramétrage.

b/ ACQUISITION

- Écarter le pendule de sa position d'équilibre d'un angle voisin de π/2 et l'abandonner à lui-même **sans vitesse initiale**.
- Recommencer l'acquisition si elle ne vous semble pas satisfaisante.

!!! Appeler l'examinateur pour vérifier l'acquisition.

c/ EXPLOITATION DES DONNÉES EXPÉRIMENTALES

- Déclarer la constante : $g = 9{,}81\ m.s^{-2}$.
- Afficher θ(t).
- Modéliser θ(t). Choisir une modélisation par équation différentielle du second ordre. Rentrer alors l'expression du second membre : - g / l * sin(θ), de l'équation différentielle qui régit le mouvement du pendule; initialiser en donnant à l la valeur de L. Noter, sur la feuille de réponse, la valeur de l obtenue par cette modélisation.
- Déterminer, sur l'enregistrement, la période des oscillations. Noter, sur la feuille de réponses, la valeur de cette période.

!!! Appeler l'examinateur pour vérifier la représentation de θ(t) , de son modèle et assister à la détermination de la période des oscillations.

- Demander à l'examinateur d'enregistrer le fichier des mesures et de procéder, si possible, à l'impression du graphe donnant la représentation de θ(t) et de son modèle.

LE CANDIDAT DOIT RESTITUER CE DOCUMENT AVANT DE SORTIR DE LA SALLE D'EXAMEN.

FICHE N°4 : RÉPONSES DU CANDIDAT

DOCUMENT À COMPLÉTER PENDANT L'ÉPREUVE ET À RENDRE AU JURY EN SORTANT DE LA SALLE D'EXAMEN

Sujet : PENDULE SIMPLE ÉQUIVALENT À UN PENDULE PESANT

NOM :	**Manipulation : / 14**
Prénom :	**Fiche-réponses (exploitation): / 6**
Classe :	**Note : / 20**

	Réponses
Période des oscillations déterminée sur l'enregistrement	
Pourquoi choisit-on une durée d'acquisition un peu supérieure à une période et non 7 ou 8 périodes ?	
Que faudrait-il modifier dans l'équation utilisée lors de la modélisation si la durée d'acquisition correspondait à l'enregistrement de 7 ou 8 périodes ?	
Noter la valeur de l, longueur du pendule simple équivalent, obtenue par modélisation de $\theta(t)$.	l =
Déterminer l'écart relatif entre l et L.	
On considère que $l \approx L$ si l'écart relatif entre ces grandeurs est voisin de 5 %. Le pendule pesant étudié peut-il être assimilé à un pendule simple de longueur l ?	
Décrire une expérience très simple permettant de le vérifier ?	

signature du candidat : Date et signature de l'évaluateur :

FICHE N°5 : GRILLE D'OBSERVATION PENDANT LA SÉANCE DESTINÉE AU PROFESSEUR

Sujet : PENDULE SIMPLE ÉQUIVALENT À UN PENDULE PESANT

Entourer les croix ; chaque croix vaut 0,5 point.

N° poste		poste 1	poste 2	poste 3	poste 4
Nom					
N° candidat					
1er appel	• position du cylindre sur la tige • réglage du zéro • étalonnage • paramétrage de l'acquisition	XX XXXX XXXXX XXXXX	XX XXXX XXXXX XXXXX	XX XXXX XXXXX XXXXX	XX XXXX XXXXX XXXXX
2ème appel	• contrôle de l'acquisition	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX
3ème appel	• contrôle des courbes obtenues • mesure de la période à l'écran	XXXX XX	XXXX XX	XXXX XX	XXXX XX
	état de la paillasse à la sortie	XX	XX	XX	XX
	TOTAL (sur 14 points)				

FICHE N°6 : FICHE DE BARÈME DESTINÉE AU PROFESSEUR

Sujet : PENDULE SIMPLE ÉQUIVALENT À UN PENDULE PESANT

Notation : Elle s'effectue en deux parties :

a/ Pendant l'épreuve : évaluation des compétences relatives aux manipulations et à la maîtrise de l'outil informatique.

b/ Après l'épreuve : correction de la fiche du candidat.

La partie **"REMARQUES"** permet de nuancer la notation stricte en prenant en compte toute situation imprévue et laissée à l'appréciation de l'examinateur.

I/ COMPÉTENCES EXPÉRIMENTALES ET MAÎTRISE DE L'OUTIL INFORMATIQUE :

Évaluation pendant la séance (voir grille)	**14**
Compétences à exploiter des résultats expérimentaux	
• **valeur de la période**	**0,5**
• **choix de la durée d'acquisition** (pouvoir négliger les frottements)	**1**
• **modification du second membre de l'équation différentielle du second** (ajouter un terme dû au frottement)	**1**
• **valeur de l**	**1,5**
• **écart relatif entre l et L**	**1**
• **assimilation du pendule pesant à un pendule simple de longueur l**	**1**
• **proposition de vérification expérimentale** (faire une mesure avec un chronomètre et un pendule simple de longueur égale à la valeur l déterminée)	**1 (bonus)**

TOTAL	**20**