

**BACCALAURÉAT SÉRIE S****Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE  
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS .....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE. ...	4
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....	5
1. Méthode de détermination de l'énergie mécanique du système (20 minutes conseillées) .....	8
2. Mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes conseillées).....	8
3. Qu'est-ce qu'une bonne suspension de voiture ? (10 minutes conseillées).....	9

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• faire l'acquisition d'une vidéo ;</li> <li>• faire un pointage sur la vidéo ;</li> <li>• évaluer l'énergie mécanique d'un pendule élastique étiré à son maximum ;</li> <li>• faire une comparaison avec un amortisseur de voiture.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser (ANA) : <b>coefficient 2</b></li> <li>• Réaliser (REA) : <b>coefficient 3</b></li> <li>• Valider (VAL) : <b>coefficient 1</b></li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Le pendule élastique constitué du ressort, de la masse et de l'assiette est installé (voir vidéo). La règle n'est pas fixée au dispositif mais posée à côté de celui-ci.</li> <li>• La webcam est reliée à l'ordinateur.</li> <li>• La position de la webcam est réglée.</li> <li>• Le logiciel permettant l'acquisition vidéo est ouvert.</li> </ul> <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enlever la règle si elle est encore fixée.</li> <li>• Vérifier la position de la webcam.</li> <li>• Vérifier que le logiciel permettant l'acquisition de la vidéo est ouvert.</li> </ul> <p><u>Prévoir aussi, sur une clé USB :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un fichier vidéo montrant la position d'équilibre et au moins trois oscillations du dispositif ;</li> <li>• un fichier avec les résultats du pointage de la vidéo ;</li> <li>• un fichier avec les valeurs obtenues de l'énergie mécanique maximale.</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proposition d'un protocole expérimental pour faire l'acquisition d'une vidéo permettant d'évaluer une variation d'énergie mécanique (<b>20 minutes</b>).</li> <li>• Mise en œuvre du protocole expérimental (<b>30 minutes</b>).</li> <li>• Qu'est-ce qu'une bonne suspension de voiture ? (<b>10 minutes</b>).</li> </ul> <p><u>Il est prévu 3 appels obligatoires de la part du candidat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lors de l'<b>appel 1</b>, l'évaluateur vérifie le protocole expérimental.</li> <li>• Lors de l'<b>appel 2</b>, l'évaluateur vérifie la vidéo obtenue.</li> <li>• Lors de l'<b>appel 3</b>, l'évaluateur vérifie le pointage effectué.</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <p>La vidéo fournie en annexe du sujet n'est pas directement exploitable par les élèves et ne constitue pas un document de secours. Elle permet uniquement de visualiser le dispositif expérimental utilisé.</p> <p>L'expression de l'énergie mécanique <math>E_m = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y_{max}^2</math> pour l'étirement maximal <math>y_{Max}</math> du ressort peut s'expliquer de la façon suivante :</p> <p>L'équation du mouvement, pour un pendule élastique vertical non amorti, après changement de variable <math>y = \ell - \ell_{eq}</math>, s'écrit : <math>\ddot{y} + \frac{k}{m} \cdot y = 0</math> et ne fait pas intervenir le poids.</p>

*In fine*, l'énergie potentielle de pesanteur n'apparaît pas dans l'expression de l'énergie mécanique. En effet, si on appelle  $y$  l'étirement du ressort par rapport à sa position d'équilibre ( $y = \ell - \ell_{\text{eq}}$ , l'axe étant orienté vers le bas), alors l'énergie potentielle élastique a pour expression  $E_{\text{pe}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \left(y + \frac{m \cdot g}{k}\right)^2$  et l'énergie potentielle de pesanteur

$$E_{\text{pp}} = -m \cdot g \cdot y + \text{Cte}$$

L'énergie potentielle totale du système a donc pour expression :

$$E_{\text{p,tot}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \left(y + \frac{m \cdot g}{k}\right)^2 - m \cdot g \cdot y + \text{Cte} \text{ soit encore, après développement :}$$

$$E_{\text{p,tot}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y^2 + \frac{m^2 \cdot g^2}{2 \cdot k} + \text{Cte}$$

En choisissant que  $E_{\text{p,tot}}$  est nulle pour  $y = 0$ , il reste donc :

$E_{\text{p,tot}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y^2$ , expression dans laquelle n'apparaît plus explicitement l'énergie potentielle de pesanteur.

Lorsque l'étirement est maximal, la vitesse du pendule est nulle et donc

$$E_{\text{m}} = E_{\text{p,tot}} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y_{\text{max}}^2$$

**II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE**

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation.

**Paillasse candidats**

- un pendule élastique composé d'une potence, d'un ressort de raideur  $k = \dots \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$  au bout duquel est accroché un objet de petite taille, de masse  $m = \dots \text{ g}$  sur lequel le point de référence qui servira au pointage est clairement visible ;
- une assiette en carton accrochée entre l'extrémité du ressort et la masse
- une potence avec un système d'accroche pour le ressort et la masse
- une règle graduée de ..... cm
- un système de fixation de la règle sur la potence
- une webcam
- un logiciel d'enregistrement de vidéo
- un logiciel de pointage de vidéo
- un logiciel d'analyse de pointage

NB : les valeurs de la constante de raideur et de la masse marquée doivent être adaptées de manière à ce que le ressort ne soit pas endommagé et que la période du pendule élastique constitué soit de l'ordre de 1 s.

**Documents mis à disposition des candidats**

- une notice d'utilisation simplifiée de la webcam indiquant la taille des images enregistrées et la fréquence d'enregistrement à choisir pour l'expérience
- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel de pointage
- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel tableur-grapheur

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	N° d'inscription :

Ce sujet comporte **cinq** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.

En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.

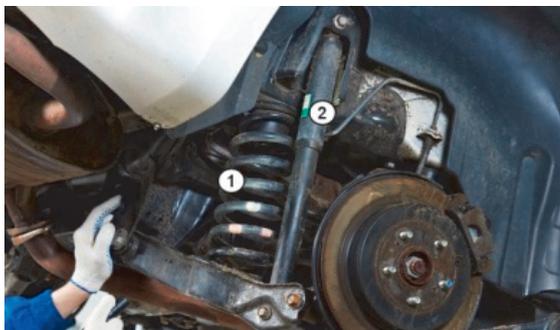
**CONTEXTE DU SUJET**

Les voitures sont munies de suspensions qui peuvent être modélisées en première approche par un pendule élastique constitué d'un ressort vertical et d'une assiette en carton faisant office d'amortisseur. On cherche à ce que l'amortissement soit suffisant pour pallier les irrégularités de la chaussée.

***Le but de cette épreuve est d'évaluer la dissipation de l'énergie mécanique lors des oscillations d'un pendule élastique pour comprendre l'action d'une suspension de voiture.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Suspension de voiture**

La suspension est constituée d'un ressort et d'un amortisseur.



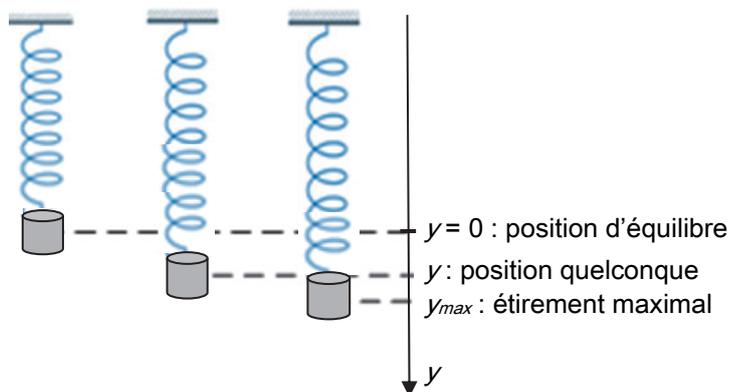
① ressort  
② amortisseur

**Document 2 : Description d'un pendule élastique vertical**

On étudie un pendule élastique vertical composé d'un ressort de raideur  $k = \dots \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ , au bout duquel est accroché un objet de petite taille, de masse  $m = \dots \text{ g}$ .

On étire le ressort de manière à ce que l'objet soit déplacé vers le bas d'une distance  $y_{max}$  par rapport à sa position d'équilibre. On lâche cet objet sans vitesse initiale ; le pendule se met alors à osciller.

Au cours des oscillations, on note  $y$  la position de l'objet par rapport à sa position à l'équilibre.

**Document 3 : Expression de l'énergie mécanique du pendule**

Quand l'objet est dans une position où l'étirement du ressort est maximal (noté  $y_{max}$ ), l'énergie mécanique du pendule s'exprime (si l'énergie potentielle totale est choisie nulle en  $y = 0$ ) par la relation :

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot k \cdot y_{max}^2$$

avec  $k$  la raideur du ressort, et  $y_{max}$  la position de l'objet (voir document 2).

**Matériel mis à disposition du candidat**

- un pendule élastique composé d'une potence, d'un ressort de raideur  $k = \boxed{\dots}$  N·m<sup>-1</sup> au bout duquel est accroché un objet de petite taille, de masse  $m = \boxed{\dots}$  g
- une assiette en carton accrochée entre l'extrémité du ressort et la masse
- une potence avec un système d'accroche pour le ressort et la masse
- une règle graduée
- un système de fixation de la règle sur la potence
- une webcam
- un logiciel d'enregistrement de vidéo
- un logiciel de pointage de vidéo
- un logiciel d'analyse de pointage

**TRAVAIL À EFFECTUER****1. Méthode de détermination de l'énergie mécanique du système (20 minutes conseillées)**

À l'aide des documents 2 et 3, du matériel disponible, en utilisant le logiciel de pointage, et éventuellement le tableur-grapheur, proposer un protocole expérimental qui permet de déterminer les valeurs successives de l'énergie mécanique  $E_m$  lorsque l'objet passe par la position la plus basse, au cours d'au moins trois oscillations.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour vérifier la proposition de protocole expérimental</b>	

**2. Mise en œuvre du protocole expérimental (30 minutes conseillées)**

**Ne modifier ni les réglages de la webcam, ni sa position.**

Mettre en œuvre le protocole expérimental afin de procéder à l'acquisition de la vidéo du mouvement de l'objet suspendu au ressort, au cours d'au moins trois oscillations.

Indication : on choisira le sens descendant pour le sens de l'axe vertical du repère. Il est important de positionner son origine sur la position d'équilibre de la masse. Il faut donc penser, avant de lancer l'acquisition de la vidéo, à bien repérer cette position d'équilibre (voir document 2).

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter la vidéo réalisée</b>	

Effectuer un pointage de la vidéo du mouvement de l'objet suspendu au ressort pour déterminer l'énergie mécanique lorsque l'objet passe par la position la plus basse au cours d'au moins trois oscillations successives.

APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour vérifier le pointage réalisé</b>	

Par une méthode de votre choix, déterminer des valeurs successives de l'énergie mécanique au cours d'au moins trois oscillations successives.

.....

.....

.....

.....

**3. Qu'est-ce qu'une bonne suspension de voiture ? (10 minutes conseillées)**

D'après les résultats précédents, interpréter les résultats obtenus et conclure quant à la variation de l'énergie mécanique du système au cours du temps.

.....

.....

.....

.....

Une suspension de voiture est un système complexe qui doit, en particulier, limiter les oscillations de la voiture si elle se déplace sur une route présentant des irrégularités.

Ici on modélise une suspension de voiture avec un oscillateur constitué du ressort et de l'objet accroché à son extrémité. C'est une approche très idéalisée qui permet d'aborder plus simplement l'étude de l'amortissement.

À partir de l'étude expérimentale menée précédemment et du document 1, préciser le rôle des amortisseurs et proposer une amélioration du dispositif expérimental pour limiter les oscillations et permettre un retour à l'équilibre le plus rapide possible.

.....

.....

.....

.....

**Ne pas défaire le montage et la webcam avant de quitter la salle.**