

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.....	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT.....	4
1. Choix des constituants de l'oscillateur (20 minutes conseillées)	6
2. Mise en œuvre d'oscillations verticales (20 minutes conseillées)	7
3. Exploitation d'une animation (10 minutes conseillées)	7
4. Réponse à la problématique (10 minutes conseillées)	8

• I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	Dans ce sujet, le candidat doit : <ul style="list-style-type: none">élaborer un protocole expérimental permettant de choisir un ressort et une masse à utiliser pour construire un oscillateur élastique vertical, selon un critère défini dans le sujet ;mettre en œuvre le protocole et procéder à une mesure de période d'oscillation puis calculer la constante de raideur k du ressort choisi ;exploiter une animation flash à l'aide d'une d'utilisation fournie avec le sujet ;exploiter de façon critique les résultats obtenus.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none">Analyser (ANA) : coefficient 2Réaliser (RÉA) : coefficient 2Valider (VAL) : coefficient 2
Préparation du poste de travail	<u>Avant le début des épreuves</u> <ul style="list-style-type: none">Sur l'énoncé destiné au candidat (fiche III), il faut indiquer les valeurs des masses m_1 et m_2 dans la liste du matériel mis à disposition du candidat. Les constantes de raideur des deux ressorts seront

	<p>indiquées lorsque l'élève abordera la question 2.4.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La vidéo et l'animation flash doivent être ouvertes sur le bureau de l'ordinateur ou dans la barre des tâches. • La notice d'utilisation imprimée de l'animation flash « Principe du sismographe vertical » est mise à disposition du candidat sur la paillasse. • La tige horizontale est fixée sur la potence, en hauteur. • Les deux ressorts et les deux masses marquées sont posés sur la paillasse. • Le chronomètre est posé sur la paillasse, prêt à être utilisé. <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • vérifier que les ressorts et les masses marquées sont décrochés de la potence ; • vérifier que la vidéo est ouverte, prête à être lue ; • réinitialiser l'animation flash ; • remettre le chronomètre à zéro.
<p>Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.</p>	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • choix des constituants de l'oscillateur (20 minutes conseillées) ; • mise en œuvre d'oscillations verticales (20 minutes conseillées) ; • exploitation d'une animation (10 minutes conseillées) ; • réponse à la problématique (10 minutes conseillées). <p><u>Il est prévu trois appels obligatoires et un appel facultatif de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lors de l'appel n° 1, l'évaluateur vérifie le choix de la masse et du ressort à utiliser. • Lors de l'appel n° 2, l'évaluateur vérifie la mise en oscillations verticales du système {masse + ressort} ainsi que la mesure de la période. • Lors de l'appel n° 3, l'évaluateur vérifie l'utilisation correcte de l'animation flash. <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
<p>Remarques</p>	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <p><u>Autres remarques éventuelles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Les constantes de raideur des deux ressorts à spires non jointives mis à disposition du candidat, ainsi que les deux masses marquées, doivent être très différentes, de sorte que l'on puisse percevoir, sans mesure, la différence de période d'oscillation des pendules élastiques qu'il est possible de constituer. • Veiller à ce que chaque ressort puisse supporter les deux masses suspendues ensemble au ressort. • Les notions de facteur de qualité Q et de coefficient de frottement C_f abordées dans le sujet ne nécessitent aucune connaissance préalable de la part des candidats. Les questions relatives à ces notions restent strictement dans le domaine de compétences exigibles en classe de Terminale S. • Ouvrir l'animation avec un navigateur (Mozilla Firefox, Chrome, Internet Explorer).

- 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

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une potence (support) sur laquelle est fixée une tige horizontale
- deux ressorts à spires non jointives, de constantes de raideur k_1 et k_2 très différentes ($k_2 > k_1$) : par exemple $k_1 = 5 \text{ N.m}^{-1}$ et $k_2 = 15 \text{ N.m}^{-1}$. Les constantes de raideur **ne sont pas indiquées** sur les ressorts
- deux masses marquées, de valeurs très différentes, par exemple : $m_1 = 50 \text{ g}$ et $m_2 = 100 \text{ g}$
- un chronomètre
- un ordinateur
-
- Les constantes de raideur des deux ressorts à spires non jointives mis à disposition du candidat, ainsi que les deux masses marquées, doivent être très différentes, de sorte que l'on puisse percevoir, sans mesure, la différence de période d'oscillation des pendules élastiques qu'il est possible de constituer.
-
- Veiller à ce que chaque ressort puisse supporter les deux masses suspendues ensemble au ressort.

Documents mis à disposition des candidats

- vidéo « sismographe vertical »
- animation flash « Principe du sismographe vertical »
- notice d'utilisation de l'animation flash « Principe du sismographe vertical »

• 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.

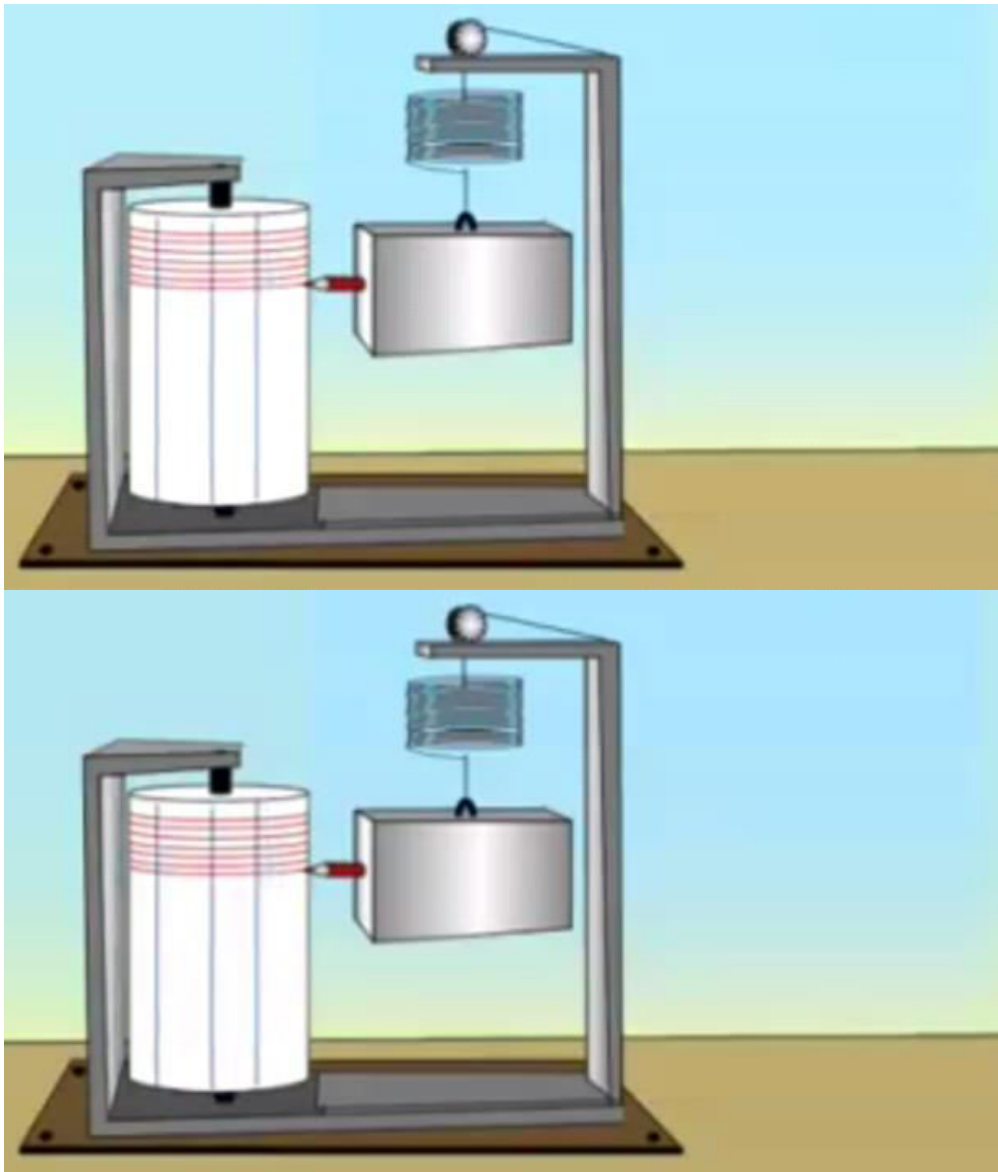
Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve. En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.

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

L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

Document 1 : Présentation du sismographe vertical



Ressort de raideur k

Masse suspendue m

Masse suspendue m

Ressort de constante de raideur k

D'après : <http://www.edusismo.org>

Visualiser la vidéo « Sismographe vertical ».

On remarque que la masse du sismographe est suffisamment élevée pour se déplacer le moins possible lors du séisme, grâce à son inertie.

Le but de cette épreuve est de montrer comment choisir certains paramètres de l'oscillateur d'un sismographe vertical pour obtenir un enregistrement optimal des mouvements sismiques.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

Document 2 : Dispositif expérimental d'étude d'un oscillateur vertical

Une masse m est suspendue à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, caractérisé par sa constante de raideur k . L'autre extrémité du ressort est fixée à un support.

En écartant la masse de sa position d'équilibre dans la direction verticale, puis en la lâchant, elle peut être mise en oscillation. Avec ce dispositif, les frottements sont négligeables.

La période des oscillations, appelée période propre T_0 , est donnée par la relation : et leur fréquence propre est : .

Pour une masse donnée, un ressort s'étire d'autant plus facilement que sa constante de raideur k est faible.

Quand on étire trop un ressort, il peut perdre de son élasticité et même être rompu.

Document 3 : Fréquences détectées par un sismographe

Un sismographe contient un dispositif d'oscillations verticales de fréquence propre f_0 . Pour qu'il puisse convenablement détecter les ondes sismiques de fréquence f émises lors d'un tremblement de terre, il faut que sa fréquence propre f_0 soit inférieure à la fréquence f des ondes sismiques.

Document 4 : Amortissement

Un sismographe comporte, en plus du ressort et de la masse, un système d'amortissement

qui doit être convenablement réglé pour obtenir une bonne restitution du mouvement du sol. En effet, si l'amortissement est trop faible, le dispositif continue d'osciller, même si les ondes sismiques ont disparu, et ces oscillations parasites peuvent alors masquer l'arrivée d'autres ondes. À l'inverse, un amortissement trop important empêcherait toute oscillation du sismographe, même lorsqu'il subit des secousses sismiques.

Document 5 : Utilisation de l'animation « principe du sismographe »

Ouvrir et observer l'animation « ***principe du sismographe vertical*** » :

- choisir le mode d'excitation « train d'onde », puis cliquer sur « ***début*** » ;
- si on le souhaite, on peut faire glisser la courbe « ***sismogramme*** » pour la rapprocher ou la superposer à la courbe « ***déplacement du sol*** » afin de les comparer.

Dans la fenêtre en haut à gauche de l'écran de l'animation apparaît la valeur d'un facteur, appelé « ***facteur de qualité*** », qui est calculé à l'aide de la formule :

Dans cette formule, C_f est le coefficient de frottement. L'amortissement de l'oscillateur est d'autant plus important que le coefficient de frottement C_f est élevé.

•

D'après : <http://www.sciences.univ-nantes.fr/>

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une potence (support) sur laquelle est fixée une tige horizontale
- deux ressorts à spires non jointives, de constantes de raideur k_1 et k_2 inconnues
- deux masses marquées, de valeurs : $m_1 = \dots\dots\dots$ et $m_2 = \dots\dots\dots$
- un chronomètre
- un ordinateur
- une vidéo « sismographe vertical » déjà ouverte dans le logiciel de lecture vidéo
- une animation flash « principe du sismographe vertical » déjà ouverte sur le bureau
- notice d'utilisation de l'animation flash « principe du sismographe vertical »

TRAVAIL À EFFECTUER

- **Choix des constituants de l'oscillateur** (20 minutes conseillées)
- Pour qu'un sismographe puisse convenablement détecter les ondes sismiques de fréquence f émises lors d'un tremblement de terre, on a intérêt à ce que sa période propre T_0 soit la plus grande possible. Justifier cette affirmation.

D'après le document 3, pour qu'un sismographe puisse convenablement détecter les ondes sismiques de fréquence f , il faut que sa fréquence propre f_0 soit telle que $f_0 < f$. Puisque f_0 est défini par $1/T_0$, on a tout intérêt à choisir une valeur maximale de T_0 afin d'obtenir un f_0 minimal, et donc inférieur à f .

1.2. Parmi le matériel mis à disposition, choisir la masse m et le ressort à utiliser pour construire un oscillateur vertical de période propre T_0 la plus grande possible. Justifier le choix effectué.

Rappel: $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{m/k}$ d'après le document 2.

Ainsi, pour que T_0 soit maximale, il faut utiliser un objet de masse m maximal (m intervenant dans le numérateur, + m est grand et + T_0 est élevé) et un ressort de constante de raideur k minimal (k intervenant dans le dénominateur, + k est petit et + T_0 est élevé).

Ici, on prendra donc $m = 100\text{g}$ et $k = 5$.

Note: si les constantes de raideur des ressorts mis à disposition ne sont pas indiquées, tester l'élasticité de chaque ressort et justifier le choix du ressort dans cette partie.

	APPEL n°1	
	Appeler le professeur pour lui présenter les choix effectués ou en cas de difficulté	

- **Mise en œuvre d'oscillations verticales** (20 minutes conseillées)

2.1. Mettre en œuvre le dispositif expérimental décrit dans le document 2 avec la masse et le ressort choisis précédemment.

Accrocher le ressort au support, puis l'objet de masse m choisi précédemment sur l'autre extrémité du ressort.

2.2. Mesurer avec le plus de précision possible la période propre T_0 de l'oscillateur ainsi constitué.

Pour davantage de précision, on mesure plusieurs oscillations du ressort, puis on divise la durée obtenue par le nombre d'oscillations.

Pour $m = 100\text{g}$ et $k = 5$, on trouve environ $T_0 = 0.85\text{s}$.

	APPEL n°2	
	Appeler le professeur pour effectuer devant lui la mesure demandée ou en cas de difficulté	

2.3. En déduire la constante de raideur k du ressort choisi.

$$T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{m/k} \Leftrightarrow k = m/(T_0/2\pi)^2.$$

(ATTENTION: Convertir la masse m de l'objet en kg.)

On trouve une valeur de k au voisinage de $5 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-2}$

2.4. Les constantes de raideur des ressorts fournis valent environ $5 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-2}$ et $20 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-2}$. Comparer le résultat obtenu à la question 2.3. avec les données. Est-ce en accord avec le choix de ressort effectué à la question 1.2. ?

La valeur trouvée précédemment est en accord avec les constantes de raideur théorique. L'éventuel écart s'explique par les conditions de l'expérience, et une éventuelle erreur humaine lors de la mesure de la durée des oscillations, en 2.2. Le choix du ressort effectué en 1.2 est également en accord avec les valeurs données, puisque $5 < 20$.

- **Exploitation d'une animation** (10 minutes conseillées)

Visualiser à nouveau l'animation « principe du sismographe vertical » en ayant choisi le mode « train d'onde » comme mode d'excitation. Choisir une valeur de fréquence propre f_0 de l'oscillateur comprise entre 3 Hz et 4 Hz, une fréquence f proche de f_0 puis régler dans un premier temps le facteur de qualité à sa valeur minimale. Observer et comparer les courbes « sismogramme » et « déplacement du sol » obtenues dans ce cas en s'intéressant plus particulièrement à la fin des enregistrements. Dans un second temps, renouveler cette démarche avec un facteur de qualité maximal.

Conclure sur le choix du facteur de qualité pour que l'enregistrement des mouvements du sol soit optimal.

Lorsque le facteur de qualité est faible, le sismogramme s'arrête brusquement quand les mouvements du sol cessent. A contrario, le sismogramme continue son allure sinusoïdale quelques secondes après la fin des mouvements du sol quand le facteur de qualité est élevé. D'après le document 4, un amortissement trop brusque du sismogramme rend les données inexploitable. Le choix optimal est donc de choisir un facteur de qualité maximal.

Note: Il est également évoqué dans le document 4 qu'un amortissement trop faible est à l'origine de données parasites superflues après un mouvement du sol, ce qui peut gêner l'éventuelle exploitation d'autres données plus pertinentes. Néanmoins, cette nuance n'est attendue dans cette partie car il est question ici d'un choix.

	APPEL n°3	
	Appeler le professeur pour lui présenter l'exploitation de l'animation ou en cas de difficulté	

- **Réponse à la problématique** (10 minutes conseillées)

Par construction, la masse d'un sismographe est élevée. Discuter de manière qualitative sur les critères de choix des deux autres paramètres de l'oscillateur (constante de raideur k et coefficient de frottement C_f) pour que l'enregistrement des mouvements du sol soit optimal.

D'après toutes les données recueillies, on peut affirmer que:

- la masse élevée d'un sismographe est un atout, puisque cela augmente sa période propre T_0 et par conséquent diminue sa fréquence propre f , nécessaire à son bon fonctionnement.
- la constante de raideur k doit être minimale pour augmenter la période propre T_0 du sismographe et donc diminuer sa fréquence propre f .
- le coefficient de frottement C_f doit être minimal, car, comme vu dans l'**exploitation de l'animation**, un facteur de qualité élevé permet une bonne acquisition des données. Or, d'après la relation du document 5, + C_f est petit, + l'amortissement est petit et donc + le facteur de qualité est élevé.

Néanmoins, puisque le facteur de qualité Q dépend également de k (au numérateur), on a que + k est grand, + Q est élevé. Ainsi, il ne faudrait théoriquement pas prendre une valeur minimale de k , mais plutôt une valeur intermédiaire, à la fois assez petite pour permettre une grande période propre T_0 , mais également assez grande pour augmenter de manière significative le facteur de qualité Q .

	APPEL FACULTATIF	
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.