

**BACCALAURÉAT SÉRIE S**

**Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE**

**Évaluation des compétences expérimentales**

### Sommaire

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS .....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE ...	4
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....	6
1. Proposition d'un protocole expérimental (30 minutes conseillées) .....	9
2. Mise en œuvre du protocole expérimental proposé (20 minutes conseillées) .....	9
3. Exploitation du résultat obtenu (10 minutes conseillées) .....	11

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX PROFESSEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>proposer un protocole expérimental après analyse de mesures préalables ;</li> <li>mettre en œuvre le protocole pour mesurer la période d'un pendule simple à l'aide d'une photorésistance ;</li> <li>évaluer la précision de la mesure effectuée.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser (<b>ANA</b>) : coefficient <b>2</b></li> <li>Réaliser (<b>REA</b>) : coefficient <b>3</b></li> <li>Valider (<b>VAL</b>) : coefficient <b>1</b></li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Précautions de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tous les appareils qui doivent être connectés au secteur le sont avant l'arrivée du candidat.</li> <li>Un panneau de signalisation doit alerter le candidat sur les précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source laser.</li> </ul> <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Brancher et allumer l'ohmmètre sur le calibre adapté, aux bornes de la photorésistance éclairée par la lumière ambiante.</li> <li>Brancher et allumer le voltmètre sur le calibre adapté, aux bornes de la résistance <math>R_2</math> insérée dans le montage pont diviseur de tension, prêt à être utilisé.</li> <li>Disposer le laser (ou la diode laser) sur un support élévateur.</li> <li>Placer l'ordinateur sous tension.</li> <li>Connecter l'interface d'acquisition à l'ordinateur.</li> <li>Ouvrir et paramétrer le logiciel dédié à l'acquisition sur une fréquence d'échantillonnage ou un nombre de points convenables pour la mesure d'une ou quelques périodes d'oscillations du pendule.</li> <li>Poser le pendule sur la paillasse, à côté du support.</li> </ul> <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Remettre tous les appareils dans leur état initial.</li> <li>Décrocher le pendule de son support et le poser sur la paillasse du candidat .</li> <li>vérifier qu'aucune sauvegarde n'a été effectuée sur l'ordinateur.</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 (<b>30 minutes</b>)</li> <li>Mise en œuvre d'un protocole expérimental (<b>20 minutes</b>)</li> <li>Exploitation du résultat obtenu (<b>10 minutes</b>)</li> </ul> <p><u>Il est prévu <b>trois appels obligatoires</b> et <b>un appel facultatif</b> de la part du candidat :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lors de <b>l'appel n°1</b>, l'évaluateur vérifie que les résultats obtenus sont conformes à ce qui est attendu.</li> <li>Lors de <b>l'appel n°2</b>, l'évaluateur vérifie que le protocole proposé est pertinent et cohérent avec le matériel mis à disposition.</li> <li>Lors de <b>l'appel n°3</b>, l'évaluateur vérifie la représentation graphique obtenue.</li> </ul> <p>L'évaluateur observe le reste du temps 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. Il est notamment possible de remplacer la centrale d'acquisition informatisée par un oscilloscope à mémoire.</p> <p><u>Autres remarques</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Dans la partie 1, le candidat ne doit pas élaborer les montages. Il doit uniquement modifier les conditions d'éclairage pour relever les valeurs de résistance et de tension et compléter les tableaux.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Attention, le candidat doit choisir la durée d'acquisition en fonction du nombre de périodes (une ou plusieurs) que le candidat désire mesurer, la fréquence d'échantillonnage ou le nombre de points d'acquisition seront réglés par le professeur.</li></ul>
--	--

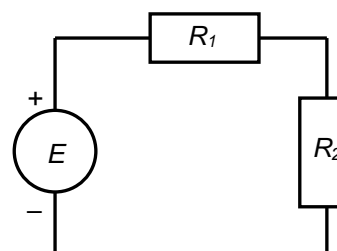
## II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX PROFESSEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

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 calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- pour la constitution du pendule simple : un fil d'environ 60 cm de long ayant, d'un côté, une masse de 100 g et, de l'autre, une boucle pour le suspendre
- un support vertical, avec une tige métallique horizontale tenue par une noix de serrage, pour accrocher le pendule
- une photorésistance aux bornes de laquelle est branché un ohmmètre (préréglé sur un calibre adapté à la mesure de la résistance  $R_{Ph (ambiante)}$  de la photorésistance éclairée par la lumière ambiante)
- un montage de type pont diviseur de tension composé :
  - d'une alimentation stabilisée de force électromotrice (fém)  $E$  ;
  - de deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1$  et  $R_2$  d'ordres de grandeur proches de la résistance  $R_{Ph (ambiante)}$  de la photorésistance éclairée par la lumière ambiante ;
  - d'un voltmètre branché aux bornes de la résistance  $R_2$  sur un calibre adapté aux mesures à effectuer.
- un laser (ou une diode laser) disposé(e) sur un support élévateur
- une règle graduée ou un mètre ruban
- un ordinateur relié à une interface d'acquisition, muni du logiciel associé à l'interface
- une fiche alertant le candidat sur les précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source laser



Montage pont diviseur  
de tension

### Remarques

- Le candidat doit pouvoir remplacer facilement la résistance  $R_2$  par la photorésistance.
- Il convient de choisir la valeur de la fém  $E$  de sorte que la valeur de  $\frac{E}{R_1 + R_{Ph(laser)}}$  soit inférieure à l'intensité maximale que peuvent supporter les résistances  $R_1$ ,  $R_2$  et la photorésistance,  $R_{Ph (laser)}$  désignant la résistance de la photorésistance éclairée par la lumière laser.
- Après avoir remplacé la résistance  $R_2$  par la photorésistance  $R_{Ph}$  dans le pont diviseur de tension, il convient de vérifier que la tension aux bornes de la photorésistance varie de manière significative en fonction de son éclairage par la lumière ambiante ou par le laser.
- La résistance marquée  $R_2$  (qui sera remplacée par la photorésistance) est fixée sur un support qui permettra, par la suite, de positionner la photorésistance à la même hauteur et dans l'alignement du laser et de la boule du pendule en position d'équilibre. Attention, les réglages du dispositif (hauteur et alignement) devront être effectués par le candidat.

### Paillasse professeur

- un montage de réserve (même matériel que pour les élèves)
- un support externe numérique (clé USB) comprenant les enregistrements de l'acquisition temporelle à effectuer

### Document mis à disposition des candidats

- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel permettant l'acquisition

**Exemple de mise en garde informant des précautions de sécurité lors de l'utilisation d'un laser****Précautions de sécurité**

On dispose d'une source laser. Celle-ci émet un faisceau lumineux très directif et de forte puissance lumineuse susceptible d'altérer la rétine de manière irréversible.

ATTENTION : Il ne faut jamais regarder directement le faisceau de lumière d'un laser ni placer sur son trajet des objets réfléchissants (montre, bagues, règle métallique...).

## 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.

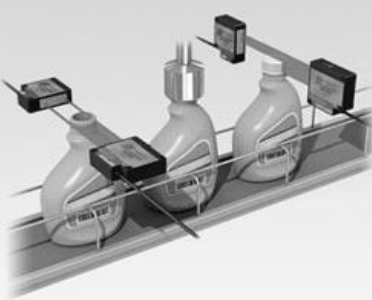
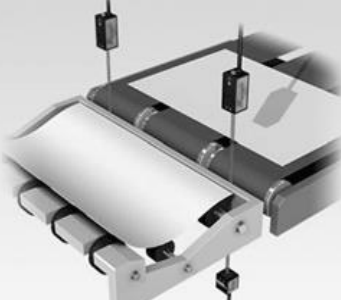
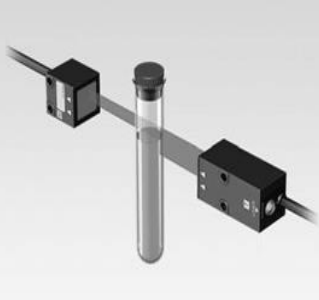
Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve. En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'évaluateur afin de lui permettre de continuer la tâche. L'évaluateur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

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

**CONTEXTE DU SUJET**

Les capteurs de détection à laser ont de nombreuses applications industrielles qui vont de la simple détection de la présence ou de l'absence d'un objet jusqu'à des détections de haute précision.

En voici quelques exemples :

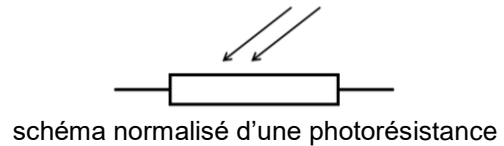
Évaluation de la conformité du diamètre de goulots et détection du serrage des bouchons	Détection de l'orientation du papier alimentant l'imprimante	Détection du niveau de liquide dans un tube à essais
		

Source : <http://fr.keyence.eu/>

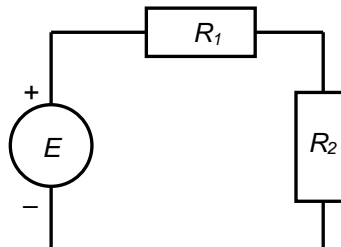
***Le but de cette épreuve est d'élaborer un capteur de détection à laser afin de mesurer la période des oscillations d'un pendule simple.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Photorésistance**

Les photorésistances comme les capteurs optoélectroniques tels les photodiodes, les phototransistors, les photopiles, etc., sont des composants sensibles à l'éclairement qu'ils reçoivent.

**Document 2 : Pont diviseur de tension**

Un pont diviseur de tension est un montage électrique simple composé de deux conducteurs ohmiques de résistances respectives  $R_1$  et  $R_2$ , associés en série et alimentés par un générateur délivrant une tension fixe  $E$ . Le schéma normalisé d'un pont diviseur de tension est le suivant :

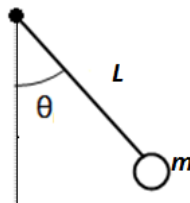


L'intérêt d'un tel montage est de pouvoir disposer, aux bornes du conducteur ohmique  $R_2$ , d'une tension  $U$  qui est réglable en ajustant la valeur de la résistance  $R_2$ .

**Document 3 : Modèle du pendule simple**

Le pendule de longueur  $L$  utilisé est constitué d'une boule, de masse  $m$  et de rayon  $r$ , suspendue à un fil inextensible de masse négligeable et fixé à un support.

La position du pendule est repérée par son abscisse angulaire  $\theta$  ; l'abscisse angulaire  $\theta = 0^\circ$  correspond à la position d'équilibre du pendule.



Pour  $\theta < 20^\circ$  et  $r < \frac{L}{10}$ , on considérera que ce pendule est assimilable à un pendule simple ; sa période  $T$  est alors donnée par l'expression  $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$ , où  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$  est l'intensité de la pesanteur.

**Document 4 : Écart relatif**

La valeur  $T_{exp}$  de la période, mesurée expérimentalement, peut être comparée à la valeur théorique  $T_{théo}$ . L'écart relatif entre la valeur théorique et le résultat expérimental peut être calculé par la formule suivante (le résultat étant exprimé sous la forme de pourcentage) :

$$\text{Écart relatif} = \frac{|T_{exp} - T_{théo}|}{T_{théo}}$$

On peut considérer ici qu'un écart relatif inférieur à 5 % témoigne d'un bon accord entre expérience et théorie.

**MATÉRIEL MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT**

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une photorésistance aux bornes de laquelle est branché un ohmmètre déjà paramétré
- un montage pont diviseur de tension, la valeur de  $E$  étant fixée, avec un voltmètre branché aux bornes de la résistance  $R_2$
- un support vertical, avec une tige métallique horizontale, tenue par une noix de serrage
- un fil fixé à un solide de masse  $m$ , et muni d'une boucle permettant de l'accrocher à la tige horizontale
- une règle graduée ou un mètre ruban
- un laser (ou une diode laser) disposé sur un support élévateur
- un ordinateur relié à une interface d'acquisition, muni du logiciel associé à l'interface
- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel permettant l'acquisition
- une fiche alertant le candidat sur les précautions à prendre lors de l'utilisation d'une source laser



**TRAVAIL À EFFECTUER**

**1. Proposition d'un protocole expérimental (30 minutes conseillées)**

À l'aide de l'ohmmètre, mesurer la résistance  $R_{Ph}$  de la photorésistance dans les deux conditions d'éclairement indiquées dans le tableau ci-dessous, à compléter.



Conditions d'éclairement	Photorésistance éclairée par la lumière ambiante	Photorésistance éclairée par un faisceau laser
Valeur de la résistance de la photorésistance en ohm ( $\Omega$ )	$R_{Ph (ambiante)} = ???$	$R_{Ph (laser)} = ???$

À l'aide du document 2, insérer la photorésistance utilisée précédemment à la place du conducteur ohmique  $R_2$  du montage pont diviseur de tension déjà réalisé sur la paillasse.

Mesurer ensuite, à l'aide du voltmètre, la tension aux bornes de la photorésistance dans les deux conditions d'éclairement indiquées dans le tableau ci-dessous. Noter les mesures effectuées dans ce tableau.

Conditions d'éclairement	Photorésistance éclairée par la lumière ambiante	Photorésistance éclairée par un faisceau laser
Valeur de la tension aux bornes de la photorésistance en volt (V)	$U_{ambiante} = ???$	$U_{laser} = ???$



**IMPORTANT** : quand le laser éclaire la photorésistance, vérifier qu'en plaçant un obstacle devant le laser, la tension aux bornes de la photorésistance passe brusquement de  $U_{laser}$  à  $U_{ambiante}$ .

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

À partir des documents et de la liste du matériel disponible, proposer un protocole expérimental permettant de mesurer la période  $T$  des oscillations d'un pendule simple grâce à l'acquisition informatisée d'une tension au cours du temps.

Justifier le choix de la tension à acquérir en s'aidant des résultats obtenus précédemment.

Justifier également le choix de la durée d'acquisition.



APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole ou en cas de difficulté	

**2. Mise en œuvre du protocole expérimental proposé (20 minutes conseillées)**

Mettre en œuvre le protocole et mesurer la période des oscillations du pendule.

On place le pendule entre le laser, et le circuit pont diviseur de tension avec la photorésistance à la place de R2. On met en mouvement le pendule. Le circuit étant connecté à un ordinateur, l'évolution de la tension U est enregistrée sur un logiciel configuré au préalable et dédié à l'acquisition de cette dernière. On aura ainsi l'évolution de la tension au cours du temps, et on observera notamment une alternance entre  $U_{\text{ambiante}}$  et  $U_{\text{laser}}$ . La période d'oscillations du pendule sera donner par la durée commençant au changement  $U_{\text{laser}}/U_{\text{ambiante}}$  s'arrêtant au changement  $U_{\text{ambiante}}/U_{\text{laser}}$ , que l'on multipliera alors par deux.  $U_{\text{ambiante}}/U_{\text{laser}}$



.....

APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le résultat de l'acquisition informatisée ou en cas de difficulté</b>	

**3. Exploitation du résultat obtenu** (10 minutes conseillées)

À l'aide des documents fournis, déterminer l'écart relatif entre la valeur théorique de la période du pendule simple et la valeur expérimentale obtenue.

Il suffit d'appliquer la formule donnée dans le document 3 en fonction des valeurs mesurées

APPEL facultatif		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

Quel que soit le résultat obtenu, identifier une source d'incertitude possible dans les mesures réalisées.

- Une période d'échantillonnage trop faible sur le logiciel d'acquisition, entraînant donc une erreur sur la période d'oscillation du pendule
- Un manque de précision lors de la construction du montage

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