

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**Épreuve pratique de l'enseignement de spécialité physique-chimie
Évaluation des Compétences Expérimentales**

Cette situation d'évaluation fait partie de la banque nationale.

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Cette situation d'évaluation comporte **quatre** pages 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 DE LA SITUATION D'ÉVALUATION

Si le rayon de la Terre est connu depuis l'Antiquité, la connaissance de la masse de la Terre M_T a été bien plus tardive. À l'époque de Newton, la valeur du produit $G \cdot M_T$ est connue grâce à la loi de Kepler et à l'étude des pendules, mais ce n'est qu'à la fin du XVIII^{ème} siècle que la valeur de G fut obtenue grâce à une expérience menée par Henry Cavendish, un scientifique britannique. C'est donc à partir de ses résultats que M_T , la masse de la Terre, fut déduite.



Le but de cette épreuve est de déterminer le produit $G \cdot M_T$ en étudiant la chute de corps puis d'en déduire la valeur de la masse de la Terre.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Deuxième loi de Newton

En négligeant les actions de l'air, dans un référentiel galiléen, on peut déduire de la deuxième loi de Newton la hauteur de chute h à l'instant t , pour un objet en chute libre lâché à la date t_0 sans vitesse initiale, grâce à la relation :

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t - t_0)^2$$

De même, en négligeant les effets de la rotation de la Terre sur elle-même durant la durée de mesure et en se situant à proximité de la surface du sol, on peut considérer que l'intensité de la pesanteur g s'exprime par la relation :

$$g = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \quad \text{où } R_T \text{ est le rayon de la Terre en mètre.}$$

Expérience de mécanique

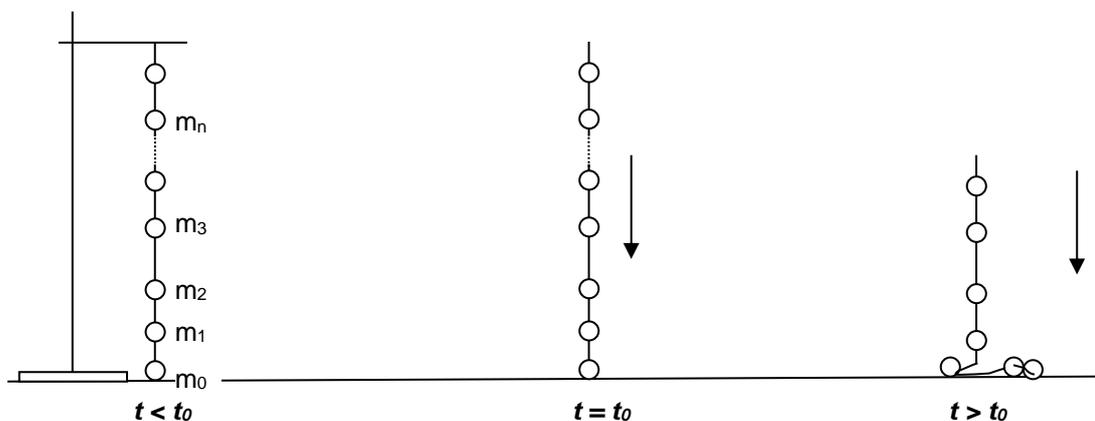
On dispose d'une ficelle à laquelle des masselottes $m_0, m_1, \text{ etc.}$ ont été fixées ; toutes ces masselottes ont la même masse m . Lorsque la ficelle est tenue par un bout, elle se tend verticalement vers le bas en raison du poids total de l'ensemble {ficelle + masselottes}.

À l'aide d'une potence et d'une pince, on maintient la ficelle de façon à ce que **seule la première masselotte m_0** touche le sol, la ficelle restant tendue. Si on lâche la ficelle, l'ensemble chute et les masselottes atteignent le sol les unes après les autres, en émettant un bruit de choc.

À la date $t = t_0$, la ficelle est lâchée. À la date t_1 , la première masselotte m_1 touche le sol, suivie successivement par chacune des autres masselottes.

Ficelle maintenue tendue

Ficelle lâchée à $t = t_0$



Données

- Constante universelle de gravitation : $G = 6,674 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
- Rayon moyen de la Terre : $R_T = 6371 \text{ km}$

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Préparation de l'expérience et protocole (20 minutes conseillées)

1.1. À l'aide des informations mises à disposition, retrouver la relation permettant de connaître la hauteur de chute h en fonction du produit $G \cdot M_T$, de t et d'autres constantes.

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (t - t_0)^2$$

$$h = \frac{1}{2} \cdot \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \cdot (t - t_0)^2$$

1.2. Mesurer très précisément les hauteurs séparant le bas de chaque masselotte du bas de la première masselotte m_0 et reporter chaque valeur dans le tableau suivant :

A faire expérimentalement. Les valeurs diffèrent d'une expérience à l'autre.

Masselotte	m_0	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7
Hauteur h (m)	0	0,150	0,365	0,563	0,780	0,996	1,28	1,50

1.3. Proposer un protocole, basé sur l'expérience de mécanique décrite et sur l'exploitation de l'enregistrement des sons émis lors de la chute des masselottes au sol, et qui permette de déterminer la valeur du produit $G \cdot M_T$.

Remarque : Ce protocole doit comprendre une exploitation graphique des mesures obtenues.

On lance l'enregistrement sonore des sons émis lors de la chute des masselottes au sol.

On lâche la ficelle, les masselottes tombent au sol.

A l'aide d'un logiciel de traitement du son, on récupère les dates $t_1, t_2 \dots$ auxquelles les masselottes sont tombées au sol.

$$h = \frac{1}{2} \cdot \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \cdot (t - t_0)^2$$

$$h = k \cdot (t - t_0)^2$$

$$h = k \cdot (t^2 - 2t \cdot t_0 + t_0^2)$$

$$h = k \cdot t^2 - 2k \cdot t \cdot t_0 + k \cdot t_0^2$$

A l'aide d'un tableur-grapheur, on trace h en fonction de t

L'étude de l'équation obtenue permet de déterminer k et ainsi déterminer la valeur du produit $G \cdot M_T$.

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole	

2. Mise en œuvre de l'expérience (20 minutes conseillées)

2.1. Mettre en œuvre le dispositif qui permet de recueillir le fichier sonore traduisant la chute des masselottes. Repérer et sélectionner la partie du signal correspondant à la chute de l'ensemble de la ficelle et des masselottes.

A faire expérimentalement.

2.2. En exploitant le signal obtenu à l'aide des outils du logiciel utilisé, compléter le tableau ci-après.

A faire expérimentalement. Les valeurs diffèrent d'une expérience à l'autre.

Masselotte	m ₀	m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	m ₅	m ₆	m ₇
Date d'arrivée au sol t (s)		18,174	18,272	18,338	18,398	18,449	18,509	18,551

APPEL n°2		
	<p>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats obtenus ou en cas de difficulté</p>	

3. Traitement des mesures et conclusion (20 minutes conseillées)

3.1. À l'aide des fonctions de modélisation du tableur-grapheur et des mesures précédemment effectuées, déterminer la valeur du produit $G \cdot M_T$.

Graphique obtenue de h en fonction de t

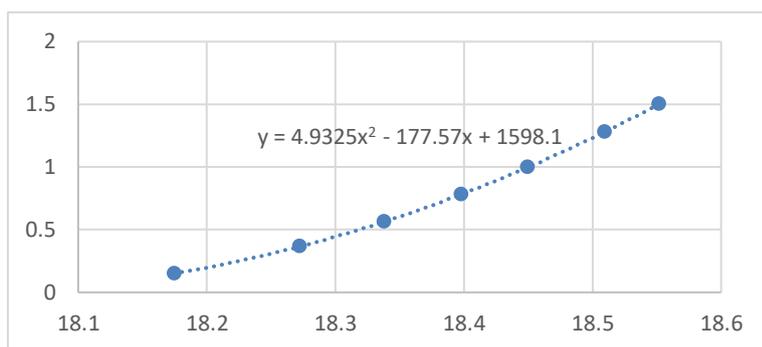
$$k=4,915$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} = 4,9325$$

$$G \cdot M_T = 4,9325 \times 2 \times R_T^2$$

$$G \cdot M_T = 4,9325 \times 2 \times (6371 \times 10^3)^2$$

$$G \cdot M_T = 4,004 \times 10^{14} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$



3.2. En déduire la valeur de la masse de la Terre M_T .

$$G \cdot M_T = 4,004 \times 10^{14}$$

$$M_T = \frac{4,004 \times 10^{14}}{G}$$

$$M_T = \frac{4,004 \times 10^{14}}{6,674 \times 10^{-11}}$$

$$M_T = 5,999 \times 10^{24} \text{ kg}$$

3.3. L'estimation actuelle de la valeur de la masse de la Terre $M_T = 5,9722 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Citer deux sources possibles dans l'expérience effectuée pouvant expliquer l'écart obtenu entre cette valeur et celle qui a été obtenue par l'expérience.

Sources possibles dans l'expérience effectuée pouvant expliquer l'écart :

- On a négligé les frottements
- La mesure de la distance des masselottes doit être plus précise

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