

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 **cinq** 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

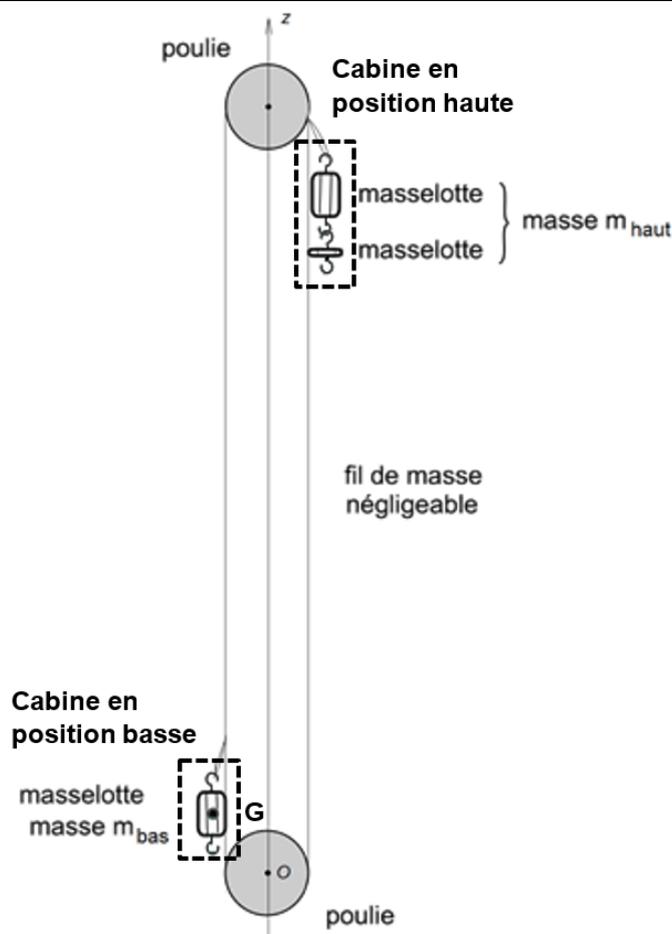
La commune de Saint-Gervais, au pied du Mont Blanc, projette de se doter d'un ascenseur pour relier de manière écologique le centre du bourg au pôle d'activité situé en contre-bas. Cet ascenseur fonctionnera avec les eaux usées de la ville.

Pour ce faire, des réservoirs d'eau que l'on appelle ballasts sont ajoutés aux cabines. La cabine en position haute reçoit suffisamment d'eau de manière à ce que la masse de l'ensemble soit supérieure à la masse de la cabine en position basse, voyageurs compris. La gravité fait le reste.

Le but de cette épreuve est d'utiliser une maquette d'ascenseur à ballasts pour étudier la relation entre les masses en mouvement et l'accélération des cabines.

INFORMATIONS MISES À DISPOSITION DU CANDIDAT

Schéma de la maquette et expressions à tester



On note m_{haut} la masse de la cabine en position haute avec ses voyageurs et son ballast rempli d'eau.

On note m_{bas} la masse de la cabine en position basse avec ses voyageurs et son ballast vide.

On étudie le système constitué par la cabine initialement en position basse (modélisée par son centre de masse G) et en mouvement ascensionnel : la phase de décélération avant arrêt n'est pas simulée. On fait les hypothèses que **les frottements sont négligeables** et que **les énergies cinétiques des poulies et du fil sont négligeables devant celles des masselottes.**

Dans le cadre de ces hypothèses, deux expressions pour l'accélération du système étudié sont proposées :

- La première est : $a_1 = \left(\frac{m_{haut}}{m_{bas}} - 1 \right) \cdot g$

- La seconde est : $a_2 = \left(\frac{m_{haut} \cdot m_{bas}}{m_{haut} + m_{bas}} \right) \cdot g$

Les deux expressions vont être mises à l'épreuve d'une étude expérimentale.

Expression du vecteur accélération

Les positions successives de G sont repérées à intervalle de temps Δt régulier. Notons G_i la position de G à l'instant t_i .

On considère dans la situation étudiée que : $\vec{a}_i = \frac{\vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}} = \frac{\vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}}{2 \times \Delta t}$

avec :

- \vec{v}_{i+1} : le vecteur vitesse du point G_{i+1} à l'instant $t_{i+1} = t_i + \Delta t$
- \vec{v}_{i-1} : le vecteur vitesse du point G_{i-1} à l'instant $t_{i-1} = t_i - \Delta t$

Protocole expérimental

- Filmer le mouvement ascensionnel de la cabine initialement en position basse et pointer ses positions à l'aide du logiciel de pointage vidéo.
- Exploiter le pointage à l'aide d'un programme Python pour déterminer l'accélération a supposée constante et son incertitude-type $u(a)$ associée.
- Calculer les deux valeurs a_1 et a_2 de l'accélération issues des deux expressions à tester.
- Étudier la compatibilité de la mesure de l'accélération a avec les valeurs a_1 et a_2 .

Compatibilité d'une mesure avec une valeur de référence

Il est possible d'évaluer la compatibilité d'une valeur expérimentale avec une valeur de référence à l'aide du calcul du quotient z suivant :

$$z = \frac{|a - a_{réf}|}{u(a)}$$

avec :

- a : la valeur de l'accélération obtenue expérimentalement
- $a_{réf}$: la valeur de l'accélération de référence
- $u(a)$: l'incertitude-type sur la valeur expérimentale de l'accélération

Dans le cadre de cette étude, on considère que lorsque :

- $z \leq 2$, on considère que le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence ;
- $z > 2$, on considère que le résultat n'est pas compatible avec la valeur de référence.

Remarques :

- L'incertitude-type $u(a)$ sera donnée ici avec un seul chiffre significatif et arrondie par excès.
- L'accélération expérimentale a sera ici arrondie au plus proche avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec l'incertitude-type obtenue.

Données

- $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.
- $m_{bas} = \boxed{\dots\dots\dots}$ g.
- $m_{haut} = \boxed{\dots\dots\dots}$ g.

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Test préalable du dispositif de mesure d'accélération (20 minutes conseillées)

Avant de débiter l'étude de la maquette d'ascenseur, les deux premières étapes du protocole sont testées dans le cas de la chute libre d'une petite bille pour laquelle on admet que l'accélération est égale à l'intensité de la pesanteur : $a = g$.

Sur le bureau de l'ordinateur, un fichier texte nommé « *chute_bille.txt* », contenant les données issues du pointage de cette chute, est mis à disposition.

Ouvrir le programme Python nommé « *acceleration_constante.py* » situé sur le bureau de l'ordinateur.

À la ligne de code n°10, remplacer « *nom_fichier.txt* » par « *chute_bille.txt* ».

Dans le programme Python :

- l'abscisse et l'ordonnée du vecteur vitesse au point G_{i-1} sont notées v_{x1} et v_{y1} ;
- l'abscisse et l'ordonnée du vecteur vitesse au point G_{i+1} sont notées v_{x2} et v_{y2} ;
- l'intervalle de temps Δt entre deux positions successives du système est noté τ .

Compléter les lignes de code n°63 et n°65 permettant de calculer les coordonnées a_x et a_y de l'accélération au point G_i .

Ligne n°63 : $a_x = (v_{x2} - v_{x1}) / (2 * \tau)$

Ligne n°65 : $a_y = (v_{y2} - v_{y1}) / (2 * \tau)$

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter le programme modifié ou en cas de difficulté	

Lancer le programme. Noter la valeur de l'incertitude-type $u(a)$ et de l'accélération expérimentale a en conservant le nombre de chiffres significatifs convenable.

Résultats du programme :

Durée entre deux photos = 0.041 s

Incertitude-type $u(a) = 0.5405591909260806 \text{ m/s}^2$

$a = 9.797665150484265 \text{ m/s}^2$

Résultats retenus :

$u(a) = 0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (avec un seul chiffre significatif et une valeur arrondie par excès)

$a = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (valeur arrondie au dixième comme l'incertitude-type)

Ce test préalable renvoie-t-il une mesure de l'accélération compatible avec la valeur admise ? Justifier.

$$z = \frac{|a - a_{\text{réf}}|}{u(a)} = \frac{|9,8 - 9,81|}{0,6} = 0,02$$

$z \leq 2$, le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence ;

Ainsi, ce test préalable renvoie une mesure de l'accélération compatible avec la valeur admise.

2. Enregistrement vidéo et pointage (30 minutes conseillées)

La position et l'orientation du dispositif d'enregistrement vidéo ont été correctement ajustées.

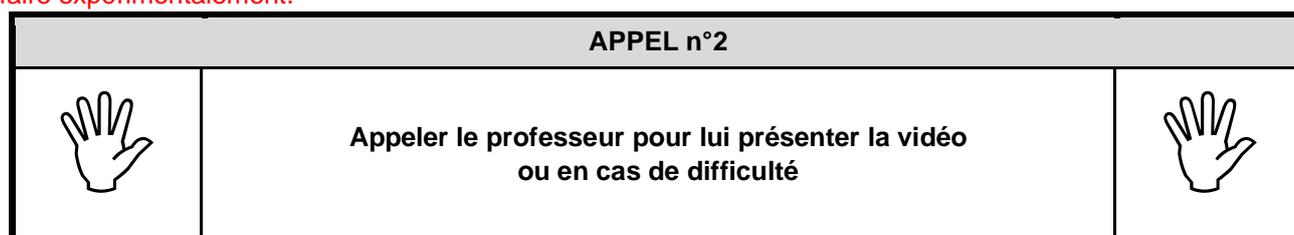
Remarques :

- le maintien de la cabine en position basse peut se faire en bloquant une poulie avec le doigt, l'ensemble doit rester le plus immobile possible avant le lâcher ;
- il faut un délai de quelques secondes (4 ou 5) entre le début de l'enregistrement et le lâcher.

Placer les masselottes dans leurs positions initiales puis bloquer une poulie.

Réaliser l'enregistrement du mouvement ascensionnel de la cabine initialement en position basse. Enregistrer la vidéo sur le bureau au nom de « ascenseur ».

A faire expérimentalement.



À l'aide du logiciel de pointage :

- réaliser avec le plus grand soin le pointage du mouvement ascensionnel de la cabine ; le pointage doit commencer à partir de la quatrième image après le début de la mise en mouvement et s'arrêter avant le contact d'une masselotte avec une poulie ;
- enregistrer le fichier de données sur le bureau de l'ordinateur en suivant le guide fourni, dans le format indiqué (.txt ou .csv), en le nommant « ascenseur ».

A faire expérimentalement.

3. Exploitation numérique du pointage (10 minutes conseillées)

Dans le programme Python « *acceleration_constante.py* », remplacer à la ligne n°10 « *chute_bille* » par « *ascenseur* ». Remarque : modifier également l'extension du fichier si nécessaire (.txt ou .csv)

Si le fichier est en .txt : Ligne n°10 : `fichier=open("ascenseur.txt",'r')`

Si le fichier est en .csv : Ligne n°10 : `fichier=open("ascenseur.csv",'r')`

Lancer le programme.

APPEL n°3		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

Noter la valeur de l'incertitude-type $u(a)$ et de l'accélération expérimentale a en conservant le nombre de chiffres significatifs convenable.

A faire expérimentalement, l'incertitude-type $u(a)$ est donné par le programme.

Étudier la compatibilité de la mesure de l'accélération avec les valeurs a_1 et a_2 données par chacune des deux expressions. En déduire si une des deux expressions est compatible avec la valeur de l'accélération obtenue expérimentalement.

A faire expérimentalement, l'accélération a est donné par le programme.

Calculer a_1 et a_2 avec les valeurs des masses de l'expérience en utilisant les expressions :

$$a_1 = \left(\frac{m_{\text{haut}}}{m_{\text{bas}}} - 1 \right) \cdot g$$

$$a_2 = \left(\frac{m_{\text{haut}} - m_{\text{bas}}}{m_{\text{haut}} + m_{\text{bas}}} \right) \cdot g$$

Calculer z pour a_1 et a_2 avec l'expression :

$$z = \frac{|a - a_{\text{réf}}|}{u(a)}$$

Si $z \leq 2$, l'expression est compatible avec la valeur de l'accélération obtenue expérimentalement.

Si $z > 2$, l'expression n'est pas compatible avec la valeur de l'accélération obtenue expérimentalement.

Lors de mon expérience, les deux z calculés sont supérieurs à 2 : aucune expression n'est compatible avec la valeur de l'accélération obtenue expérimentalement.

L'étude théorique montre que dans le cadre des hypothèses formulées, l'expression $a_2 = \left(\frac{m_{\text{haut}} - m_{\text{bas}}}{m_{\text{haut}} + m_{\text{bas}}} \right) \cdot g$ est correcte. Conclure à propos de ces hypothèses dans les conditions de l'expérience réalisée.

Nous avons montré que la mesure n'est pas compatible avec cette deuxième expression. Ainsi, l'hypothèse formulée que les frottements sont négligeables et les énergies cinétiques des poulies et du fil sont négligeables devant celles des masselottes n'est pas vérifiée.

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