

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

« Sur la Lune, dont la masse et le rayon sont différents de ceux de la Terre, **l'intensité de la pesanteur est environ six fois moindre que sur notre planète**. Cela explique les bonds extraordinaires des astronautes du programme spatial américain Apollo. » → $g_L \approx g_T/6$

(D'après Wikipedia)

Le 21 avril 1972, lors de la mission Apollo 16, l'astronaute John W. Young fit un grand bond en saluant le drapeau américain. Cette scène a été filmée et la vidéo est disponible.

Le but de cette épreuve est de retrouver la valeur de l'intensité de la pesanteur lunaire à partir de la vidéo du bond de John Young.

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION DU CANDIDAT**Document 1 : Saut lunaire au cours de la mission Apollo 16**

John W. Young on the Moon during Apollo 16 mission. April 21, 1972

John Young bondit et salue pour cette superbe photo touristique. À l'arrière de l'image, on peut distinguer la caméra qui filme la scène du bond. La photo a été prise par un autre astronaute visible sur la vidéo fournie.

(D'après le site de la NASA)

Document 2 : Dimensions du système PLSS

Le système de survie portable (PLSS = Portable Life Support System) permet aux astronautes de quitter le module lunaire.



Longueur (du sommet à la base) : 0,67 m

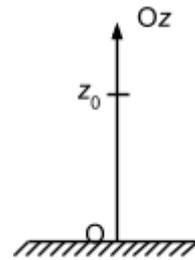
(D'après le site myspacemuseum.com)

Document 3 : Équation horaire du mouvement de chute libre verticale d'un objet sans vitesse initiale dans le champ de pesanteur uniforme :

$$z(t) = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + z_0$$

avec :

- z l'altitude du corps par rapport au sol à l'instant t ;
- t le temps écoulé depuis l'instant initial ;
- g l'intensité de pesanteur au lieu considéré ;
- z_0 l'altitude du corps par rapport au sol à l'instant initial.



L'axe vertical (Oz) est orienté vers le haut.

Sur la Lune, du fait de l'absence d'atmosphère, la chute d'un corps peut être assimilée à une chute libre.

Sur Terre, la valeur de l'intensité de la pesanteur est $g_T = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un ordinateur
- un logiciel lecteur de vidéos
- un logiciel de pointage accompagné d'une notice d'utilisation simplifiée
- un logiciel tableur-grapheur accompagné d'une notice d'utilisation simplifiée
- une vidéo « Saut lunaire » montrant le bond
- une vidéo « Fin du bond » extrait de la précédente vidéo

TRAVAIL À EFFECTUER**1. Proposition d'un protocole expérimental** (20 minutes conseillées)

Visionner la vidéo intitulée « Saut lunaire ».

De cette vidéo a été extrait un passage nommé « Fin du bond » dans lequel a été principalement conservée la partie où l'astronaute Young **retombe sans vitesse initiale**, à partir de son altitude maximale.

En utilisant les documents et le matériel mis à disposition, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la valeur de **l'intensité de la pesanteur lunaire**.

Méthode rapide:

On a $z(t) = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 + z_0$ (forme at^2+b ; $a = \frac{1}{2}g$ et $b = z_0$)

On va faire un pointage sur l'astronaute en chute libre:

- Mettre l'origine
- Étalonnage avec le PLSS
- Pointer un endroit fixe sur l'astronaute (bretelles noires par ex.)

On va modéliser une parabole à partir de "Mouvements Y" (sur le logiciel Latis pro, correspond à $z(t)$):

- calculer le modèle et regarder la formule dans l'onglet développer (on verra at^2+b)
- $a = -\frac{1}{2}g$; donc $g = -2a$

Méthode plus lente (résumée):

- Isoler g dans la formule
- Faire le pointage
- Mettre la formule de g dans le tableur ou la feuille de calcul
- Faire la moyenne des g (ou modéliser par une courbe constante et regarder sa valeur)

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

Mettre en œuvre le protocole précédemment validé.

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté pour mettre en œuvre le protocole	

Indiquer ici la valeur de l'intensité de la pesanteur lunaire déterminée expérimentalement :

mes résultats: $g_L \approx -0,553 \cdot (-2) \approx 1.11 \text{ m.s}^{-2}$

3. Comparaison des valeurs (10 minutes conseillées)

Comparer la valeur de l'intensité de la pesanteur lunaire déterminée précédemment avec celle évoquée dans le contexte du sujet.

Selon le sujet, $g_L \approx g_T/6 \approx 9.8/6 \approx 1.6 \text{ m.s}^{-2}$

Ecart relatif = $(1.6-1.11)/1.6 \approx 31\%$

Donc écart assez grand.

Commenter le résultat obtenu en portant un regard critique sur la méthode employée.

Ecart relatif $\gg 5\%$ donc très imprécis.

En effet: pointage et étallonnage réalisés sur une video basse résolution ; point "fixe sur l'astronaute" pas vraiment fixe (l'astronaute bouge en l'air donc le sac fait des mouvements irréguliers) ; conditions extrêmes de filmage (sol pas plat, caméra pas à l'horizontal, donc les axes z, y et x se confondent un peu avec la perspective)

De plus, erreur humaine lors du pointage

Fermer les logiciels et ranger la paillasse avant de quitter la salle.