

## EXERCICE I : Moonwalkers

### Document 1 : équations du mouvement dans un champ de pesanteur

Situation : À  $t=0$  un projectile est lancé avec une vitesse initiale  $v_0$

Système : le sac en plastique  
Référentiel : lunaire considéré comme galiléen

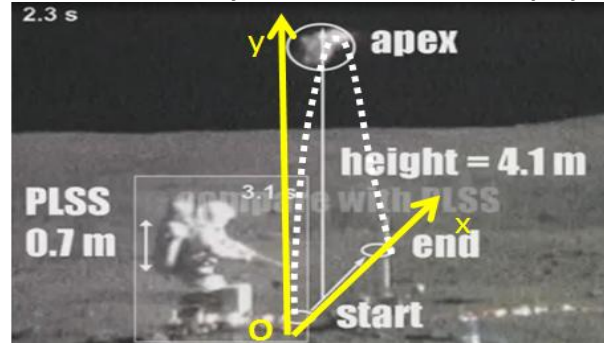
Repère choisi  $(O,x,y)$

**EQUATIONS HORAIRES du MOUVEMENT du projectile**

accélération	Vitesse
$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$	$\vec{v} \begin{cases} v_x = v_0 \cdot \cos\alpha \\ v_y = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin\alpha \end{cases}$
position $\vec{OG} \begin{cases} x = (v_0 \cdot \cos\alpha) \cdot t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \cdot \sin\alpha) \cdot t \end{cases}$	
$y = -\left[ \frac{g}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2\alpha} \right] \cdot x^2 + (\tan\alpha) \cdot x$	

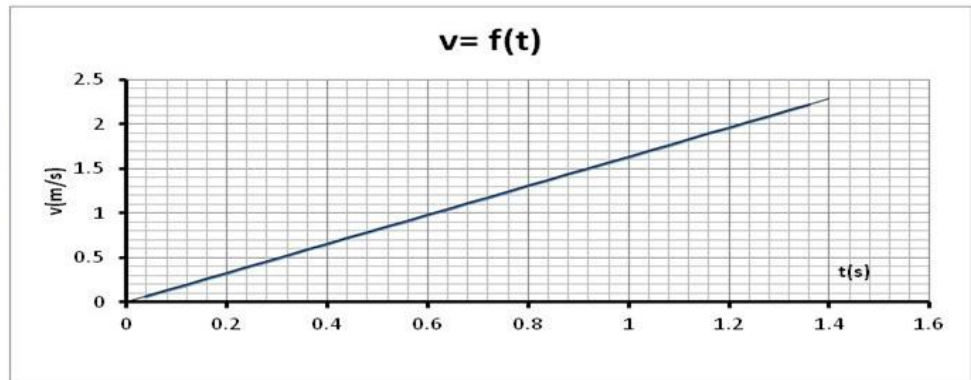
Equation de la trajectoire : EQUATION CARTESIENNE :  $y=f(x)$

### Document 2 : analyse du mouvement d'un projectile sur la lune

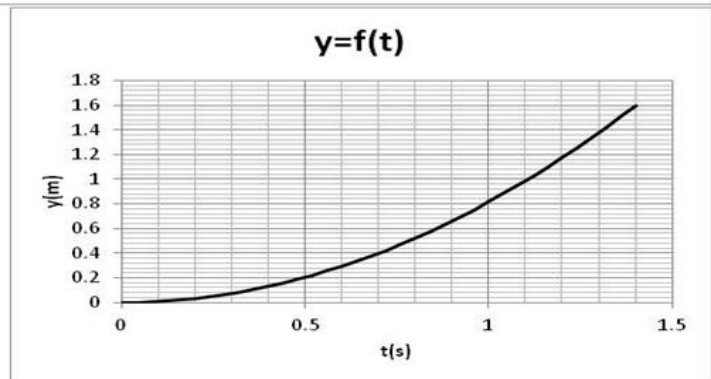


Pendant une des missions Apollo entre 1969 et 1973 sur la Lune, de nombreux films ont été tournés. Ici l'on voit un astronaute jeter un sac en plastique d'un emballage de matériel de mesure. En analysant cette séquence vidéo, image par image on peut faire des pointage et des mesures pour vérifier qu'on se trouve bien sur la lune. Ici le mouvement du sac en plastique a été analysé : On trouve que la hauteur maximum de la trajectoire (apex) se trouve à **4.1 m** du sol et qu'il s'est écoulé **2.3 s** depuis le début du lancement. La durée totale du mouvement est de **4.6 s**. La vitesse initiale est de **4.9 m/s**.

### Document 3 : la plume et le marteau



A la fin de la mission Apollo 15 en 1971, David Scott a fait une démonstration de la chute des corps sur la Lune en lâchant sans vitesse initiale simultanément un marteau géologique en aluminium de 1.32 kg et une plume de faucon de 30 g. On observe que les deux objets arrivent simultanément sur le sol. Ci-dessous sont représentées les courbes acquises après analyse vidéo de la vitesse en fonction du temps et de la position  $y$  en fonction du temps d'un des 2 objets. L'axe vertical est orienté vers le bas.



### Document 4 : correction de vitesse

Terre ← → Lune

Au milieu du trajet terre-Lune, les vaisseaux Apollo pouvait effectuer plusieurs corrections de vitesse afin d'ajuster leur trajectoire vers la lune en allumant brièvement le moteur Delta V.

**Exemple de correction de vitesse:** la masse  $M$  du vaisseau avant allumage est de  $M = 42677$  kg, le bref allumage du moteur lui confère un  $\Delta v_1$  de  $3.84$  m/s, La masse du vaisseau après arrêt du moteur est de  $42471$  kg

## Questions :

### **A : mouvement du sac en plastique (document 2)**

- 1- Pourquoi peut-on admettre que ce sac lancé en l'air se comporte comme un caillou que l'on lancerait sur Terre ?
- 2- Exprimer les coordonnées de la vitesse initiale  $v_0$  en fonction de  $v_0$  et de l'angle  $\alpha$ . Etablir l'équation cartésiennes du mouvement à partir des équations horaires. Pourquoi la composante horizontale de la vitesse reste constante tout au long de ce mouvement ?
- 3- Sachant que le sac se trouve à 14.5m de son point de départ quand il retombe sur le sol, montrer que l'angle de tir  $\alpha$  est de l'ordre de  $50^\circ$ .
- 4- Quelle est la valeur de la composante vertical  $v_y$  de la vitesse  $v$  quand le sac passe au sommet de sa trajectoire ? Trouver la valeur de  $g$  sur la Lune.
- 5- Vérification : la pesanteur sur la Lune est six fois moindre que sur Terre. Le vérifie-t-on ?

### **B : la plume et le marteau (document 3)**

- 1- Etablir à l'aide d'une loi de NEWTON que sans frottement comme sur la Lune, des objets comme une plume et un marteau ont une accélération indépendante de leur masse.
- 2- Montrer à l'aide des graphiques que le mouvement de la plume ou du marteau est bien uniformément accéléré. Trouver la valeur de  $g$  sur la lune.

### **C : Correction de vitesse à mi-parcours du trajet Terre-Lune (document 4)**

- 1- A mi-chemin entre Terre et Lune, le vaisseau Apollo, moteurs éteints, peut être considéré comme en mouvement rectiligne uniforme à une vitesse de l'ordre de 2000 m/s. Peut-on le considérer comme un système soumis à aucune force extérieures ?
- 2- Il effectue une correction de vitesse pour gagner  $\Delta v_1$ , Trouver une relation entre  $M$ ,  $\Delta m$ ,  $\Delta v_1$ ,  $\Delta v_2$  et déterminer la vitesse d'expulsion des gaz  $\Delta v_2$ .