Métropole juin 2021 Sujet 1	
CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Terminale	**EXERCICE 1** : commun à tous les candidats (10 points)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h45	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui « type collège »

EXERCICE 1 commun à tous les candidats
MISSIONS SUR LA LUNE (10 points)

1.
1.1.
Calculons la durée d'un tour :
La période de révolution est :
$$T = \frac{\text{Périmètre d'un cercle}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi R}{v}$$
$$T = \frac{2\pi \times 6{,}56.10^3 \times 10^3}{7{,}79.10^3}$$
$$T = 5{,}29.10^3 s$$

D'après le texte : « Le vaisseau Apollo 11 qui effectue alors 1,5 tour autour de la Terre »
$$\Delta t = 1{,}5 \times T = 1{,}5 \times 5{,}29.10^3$$
$$\Delta t = 7{,}94.10^3 s$$
$$\Delta t = 2h\ 12\ min$$

1.2.
1.2.1.
$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$
$$E_C = \frac{1}{2} \times 4{,}50.10^4 \times (7{,}79.10^3)^2$$
$$E_C = 1{,}37.10^{12} J$$

1.2.2.
$$E_m = E_P + E_C$$
$$E_m = -2{,}74.10^{12} + 1{,}37.10^{12}$$
$$E_m = -1{,}37.10^{12} J$$

1.3
1.3.1.
L'énergie mécanique en orbite correspond à la somme de l'énergie mécanique avant le décollage et de l'énergie fournie

$$E_m = E_{m0} + E_{fournie}$$
$$E_{fournie} = E_m - E_{m0}$$
$$E_{fournie} = -1{,}37.10^{12} - (-2{,}81.10^{12})$$
$$E_{fournie} = 1{,}44.10^{12} J$$

1.3.2.
$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

Dans le référentiel géocentrique, la vitesse du vaisseau n'est pas nulle car la terre tourne sur elle même. Ainsi son énergie cinétique n'est pas nulle dans le référentiel géocentrique.

2.

2.1.

Système : vaisseau

Référentiel : Lunocentrique supposé galiléen

D'après la 2nd loi de Newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = M_S\vec{a}$

$\overrightarrow{F_{L/S}} = M_S\vec{a}_G$

$$G\,.\frac{M_S \times M_L}{(R_L+h_L)^2}\vec{n} = M_S\vec{a}$$

$$\vec{a} = G\,.\frac{M_L}{(R_L+h_L)^2}\vec{n}$$

2.2.

Pour un mouvement circulaire, dans le repère de Frenet, le vecteur accélération est de la forme:

$$\vec{a} = \frac{v^2}{R_L+h_L}\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{T}$$

$$\vec{a}_G = \frac{v^2}{R_L+h_L}\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{T}$$

$\vec{a} = G\,.\frac{M_L}{(R_L+h_L)^2}\vec{n}$ (Question 2.1.)

L'accélération étant unique, par identification :

1) $\frac{dv}{dt} = 0$ donc la vitesse est constante.
2) $\frac{v^2}{R_L+h_L} = G\,.\frac{M_L}{(R_L+h_L)^2}$

$$v^2 = G\,.\frac{M_L}{(R_L+h_L)^2} \times (R_L + h_L)$$

$$v^2 = G\,.\frac{M_L}{(R_L+h_L)}$$

$$v = \sqrt{\frac{G \times M_L}{(R_L+h_L)}}$$

2.3.

La période de révolution est :

$$T = \frac{\text{Périmètre d'un cercle}}{\text{vitesse}} = \frac{2\pi(R_L + h_L)}{v} = \frac{2\pi(R_L + h_L)}{\sqrt{\frac{G \times M_L}{(R_L + h_L)}}} = 2\pi(R_L + h_L)\sqrt{\frac{(R_L + h_L)}{G \times M_L}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R_L + h_L)^3}{G \times M_L}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(1{,}73.10^3 \times 10^3 + 110.10^3)^3}{6{,}67.10^{-11} \times 7{,}34.10^{22}}}$$

$T = 7{,}09.10^3 s$

$T = 2h$

Les deux astronautes restent 21 h et 36 min sur le sol lunaire.

$$N = \frac{21 \times 3600 + 36 \times 60}{7{,}09.10^3}$$

$N = 11$ tours

3.

3.1.

Modélisation numérique obtenue à partir des positions de John Young

$y(t) = -0{,}86t^2 + 1{,}4t$

Or

$v_y(t) = \frac{dy(t)}{dt}$

$v_y(t) = -0{,}86 \times 2t + 1{,}4$

$v_y(t) = -1{,}72t + 1{,}4$

Calculons la valeur de la vitesse initiale :

$v_{0y} = v_y(t = 0) = -1{,}72 \times 0 + 1{,}4$

$v_{0y} = 1{,}4\ m.s^{-1}$

3.2.

Système {John Young}

Référentiel sol de la lune supposé galiléen

D'après la deuxième loi de newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

$\vec{P} = m\vec{a}$

$m\vec{g}_L = m\vec{a}$

$\vec{g}_L = \vec{a}$

Le vecteur accélération du centre d'inertie du solide est égal au vecteur champ de pesanteur.

Projetons sur l'axe Oy :

$g_y = -g_L$

$\boxed{a_{y(t)} = -g_L}$

Or

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

On intègre l'accélération :

$v_{y(t)} = -g_L t + C_1$

Pour trouver C_1, on utilise v_0

$C_1 = v_0 = v_{0y}$

d'ou

$\boxed{v_{y(t)} = -g_L t + v_{0y}}$

Or

$v_y(t) = -1{,}72t + 1{,}4$ (question 3.1.)

Par identification

$-g_L t = -1{,}72t$

$g_L = 1{,}72\ m.s^{-2}$

3.3.

1) Calculons la hauteur du saut :

Tout d'abord, trouvons le temps pour lequel il arrive au sommet.

Lorsque John Young, arrive au sommet du saut, sa vitesse sur l'axe y s'annule. Ainsi

$$v_{y(t)} = -g_T t_{sommet} + v_{0y} = 0$$
$$-g_T t_{sommet} + v_{0y} = 0$$
$$-g_T t_{sommet} = -v_{0y}$$
$$t_{sommet} = \frac{-v_{0y}}{-g_T}$$
$$t_{sommet} = \frac{v_{0y}}{g_T}$$
$$t_{sommet} = \frac{1{,}4}{9{,}8}$$
$$t_{sommet} = 0{,}14 s$$

Trouvons maintenant la hauteur du saut :

$$v_{y(t)} = -g_T t + v_{0y}$$

Or

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$$

On intègre la vitesse :

$$y_{(t)} = -\frac{1}{2} g_T t^2 + v_{0y} t + y_0$$

Or $y_0 = 0$

D'ou

$$y_{(t)} = -\frac{1}{2} g_T t^2 + v_{0y} t$$

$$h = y_{(t_{sommet})} = -\frac{1}{2} \times 9{,}8 \times 0{,}14^2 + 1{,}4 \times 0{,}14$$
$$h = 1{,}0.10^{-1} m$$

La hauteur n'est que de 10 cm.

2) Calculons la durée du saut :

La durée du saut est le temps pour lequel il touche le sol.

Lorsqu'il touche le sol : $y_{(t_{sol})} = 0$

$$y_{(t_{sol})} = -\frac{1}{2} g_T t_{sol}^2 + v_{0y} t_{sol} = 0$$
$$t_{sol}\left(-\frac{1}{2} g_T t_{sol} + v_{0y}\right) = 0$$

Un produit de facteur est nul si et seulement si un de ces facteurs est nul :

Soit $t_{sol} = 0 s$ ce qui correspond au temps de départ

Soit $-\frac{1}{2} g_T t_{sol} + v_{0y} = 0$

$$-\frac{1}{2} g_T t_{sol} = -v_{0y}$$
$$t_{sol} = \frac{2 v_{0y}}{g_T}$$
$$t_{sol} = \frac{2 \times 1{,}4}{9{,}8}$$
$$t_{sol} = 0{,}29 \text{ s}$$

Le temps du saut est très petit.