Annale : laboratoires en impesanteur

1) Le vol parabolique de l'airbus A300 zéro G

1./ Le modèle utilisé est celui de la chute libre, donc la seule force à prendre en compte est le poids. Deuxième loi de Newton : $m\vec{a} = \vec{P} = m\vec{g} \Leftrightarrow \boxed{\vec{a} = \vec{g}}$

Dans le repère $(O;\vec{i},\vec{k})$, $\vec{a}\,(a_x, a_z)$ et $\vec{g}\,(0, -g)$

<u>Remarque</u> tout laisse penser dans l'énoncé que le mouvement est plan. On considère donc un repère à deux dimensions.

$\boxed{a_x = 0}$ et $\boxed{a_z = -g}$

2./ $\begin{cases} a_x = 0 = \dfrac{dv_x}{dt} \Leftrightarrow v_x(t) = A & \text{or } v_x(0) = v_0 \cos\alpha = A \\ a_z = -g = \dfrac{dv_z}{dt} \Leftrightarrow v_z(t) = -gt + B & \text{or } v_z(0) = v_0 \sin\alpha = B \end{cases}$

Finalement $\boxed{\begin{array}{l} v_x(t) = v_0 \cos\alpha \\ v_y(t) = -gt + v_0 \sin\alpha . \end{array}}$

3./ $v_0 \cos\alpha = \dfrac{6{,}0\times10^2}{3{,}6}\ m.s^{-1} \times \cos(47°) = 1{,}1\times10^2\ m.s^{-1}$

donc $\boxed{v_x(t) = 1{,}1\times10^2}$

$v_0 \sin\alpha = \dfrac{6{,}0\times10^2}{3{,}6}\ m.s^{-1} \times \sin(47°) = 1{,}2\times10^2$

donc $\boxed{v_z(t) = -9{,}8\,t + 1{,}2\times10^2}$

4./ L'avion s'élève jusqu'au point S, la composante verticale diminue alors mais est positive. Au-delà du point S, l'altitude de l'avion diminue. La composante verticale de sa vitesse est alors négative.

Au point S cette composante est forcément nulle.

5./ t_S est telle que $v_z(t_S) = 0 = -g\,t_S + v_0 \sin\alpha \Leftrightarrow \boxed{t_S = \dfrac{v_0 \sin\alpha}{g}}$

<u>AN</u> $t_S = \dfrac{1{,}2\times10^2\ m.s^{-1}}{9{,}8\ m.s^{-2}} = 1{,}2\times10^1\,s.$

6./ $\begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos\alpha = \dfrac{dx}{dt} \Rightarrow x(t) = v_0 \cos\alpha \, t + C \\ v_z(t) = -gt + v_0 \sin\alpha = \dfrac{dz}{dt} \Rightarrow z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin\alpha \, t + D \end{cases}$

Comme $x(0) = 0$, $C = 0$ et $\boxed{x(t) = v_0 \cos\alpha \, t}$

Comme $z(0) = z_0$, $D = z_0$ et $\boxed{z(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin\alpha \, t + z_0}$

7./ $z_{max} = z(t_s) = -\frac{1}{2} g t_s^2 + v_0 \sin\alpha \, t_s + z_0$.

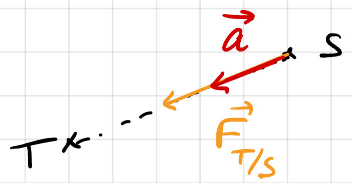
A.N $z_{max} = -\frac{1}{2} \times 9{,}8 \times (1{,}2\times10^{1})^2 + 1{,}2\times10^2 \times 1{,}2\times10^1 + 8{,}0\times10^3$

$= 8{,}7\times10^3 \text{ m} = 8{,}7 \text{ km}$.

Cette valeur est comparable à celle annoncée.

2) Caractéristiques du mouvement de la station ISS

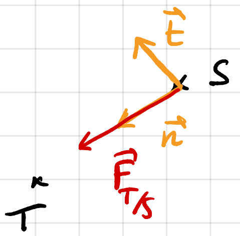
6./



$F_{T/S} = G \dfrac{m M_T}{(R_T + z)^2}$

7./ Deuxième loi de Newton : $m\vec{a} = \vec{F}_{T/S}$ Ces deux vecteurs sont colinéaires et de même sens, donc $\boxed{a = G \dfrac{m M_T}{(R_T+z)^2}}$

8./ $\vec{a} = \dfrac{\vec{F}_{T/S}}{m} = -G \dfrac{M_T}{(R_T+z)^2} \vec{n}$ avec $\vec{n}$ vecteur de la base de Frenet.



On montre que, dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \dfrac{dv}{dt} \vec{t} + \dfrac{v^2}{(R_T+z)} \vec{n}$

donc $\boxed{\dfrac{dv}{dt} = 0}$ et $\boxed{v^2 = G \dfrac{M_T}{R_T + z}}$

Finalement $\boxed{v = \sqrt{G \dfrac{M_T}{R_T + z}}}$

9./ $v = \sqrt{6{,}67\times10^{-11} \times \dfrac{6{,}0\times10^{24}}{(6{,}4\times10^6 + 3{,}5\times10^5)}} = 7{,}7\times10^3 \text{ m.s}^{-1} = 7{,}7 \text{ km.s}^{-1}$

10./ $T = \dfrac{2\pi (R_T + z)}{v}$

A.N $T = \dfrac{2\pi \times (6{,}4\times10^6 + 3{,}5\times10^5) \text{ m}}{7{,}7\times10^{1} \text{ m.s}^{-1}} = 5{,}5\times10^3 \text{ s}$.

$N = \dfrac{\Delta t}{T} = \dfrac{86400 \text{ s}}{5{,}5\times10^3 \text{ s}} = 15{,}7$

L'ISS fait plus de 15 révolutions tous les jours.

3) Comparaison

Dans l'ISS les astronautes sont toujours en impesanteur, pas 24 s comme dans l'airbus.