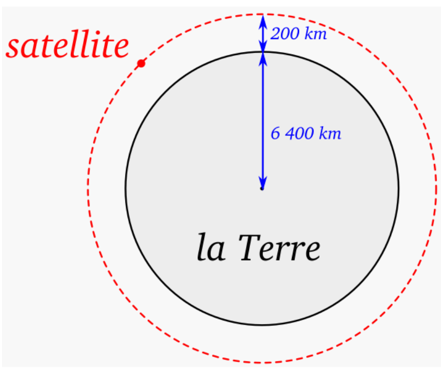
Correction DS 4 - Classe de seconde

(3 points) Exercice 1: **Vitesse d'un satellite (10 min)**

Solution: Le système est le satellite et l'étude se fait dans le référentiel géocentrique, dont l'origine est le centre de la Terre. Le satellite parcourt une trajectoire circulaire centrée sur la Terre dont le rayon est $R = 6400\,\text{km} + 200\,\text{km} = 6600\,\text{km}$. La distance ainsi parcourue en un tour est le périmètre de ce cercle est $d = 2\pi R = 2\pi \times 6600\,\text{km} = 41\,500\,\text{km}$. Cette distance est parcourue en une durée $\Delta t = 1{,}5\,\text{h}$ donc la vitesse moyenne de révolution est $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{41\,500\,\text{km}}{1{,}5\,\text{h}} \approx 27\,700\,\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.



(4 points) Exercice 2: **Le rugby (10 min)**

(a) (2 points) Les deux équipes se neutralisent et restent immobiles. Déterminer les caractéristiques des deux forces de poussée.

Solution: D'après le principe d'inertie, si les équipes sont immobiles, la résultante des forces est nulle, on a $\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2} = 0$ et donc on a $\overrightarrow{F_1} = -\overrightarrow{F_2}$. Les deux forces ont même norme, même direction mais des sens opposés.

(b) (2 points) L'équipe bleue exerce maintenant une force de poussée $F_1 = 1{,}5 \times 10^4\,\text{N}$ et l'équipe verte une force de poussée $F_2 = 1{,}0 \times 10^4\,\text{N}$. Calculer le vecteur $\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$. La mêlée est-elle immobile ou en mouvement rectiligne uniforme ?

Solution: La force $\overrightarrow{F_1}$ est plus intense, la résultante des deux forces ne sera pas nulle, mais dans le même sens que $\overrightarrow{F_1}$ et elle aura pour norme $1{,}5 \times 10^4\,\text{N} - 1{,}0 \times 10^4\,\text{N} = 0{,}5 \times 10^4\,\text{N}$. La résultante des forces n'est pas nulle donc d'après le principe d'inertie la mêlée n'a pas de mouvement rectiligne uniforme et n'est pas non plus immobile.

(13 points) Exercice 3: **Étude d'un hélicoptère (30 min)**

(a) (1 point) Donner, en le justifiant, la nature du mouvement d'un point A situé à l'extrémité d'une pale de l'hélice:

i. Dans le référentiel de la cabine de l'hélicoptère.

Solution: A est un point d'une pale qui tourne autour de la cabine (qui est immobile par rapport au sol) donc sa trajectoire est un cercle par rapport à la cabine et ce à vitesse constante donc on a un mouvement circulaire uniforme.

ii. Dans le référentiel terrestre.

Solution: La cabine est immobile par rapport au sol donc A décrit aussi un mouvement circulaire uniforme dans le référentiel terrestre.

(b) (2 points) Calculer la force gravitationnelle que la Terre exerce sur l'hélicoptère (on négligera l'altitude de l'hélicoptère). Être attentif au nombre de chiffres significatifs.

Solution:

$$
\begin{aligned}
F &= \frac{\mathscr{G} \times m_{Terre} \times m_{helicoptere}}{R^2_{Terre}} \\
&= \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 6{,}0 \times 10^{24}\,\text{kg} \times 700\,\text{kg}}{(6400\,\text{km})^2} \\
&= \frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 6{,}0 \times 10^{24}\,\text{kg} \times 700\,\text{kg}}{(6400 \times 10^3\,\text{m})^2} \\
&= 6{,}8 \times 10^3\,\text{N}
\end{aligned}
$$

La force qu'exerce la Terre sur l'hélicoptère est de $6{,}8 \times 10^3\,\text{N}$.

(c) (2 points) Calculer le poids de l'hélicoptère sur Terre, puis comparer cette valeur avec le résultat de la question précédente. Conclure.

Solution:

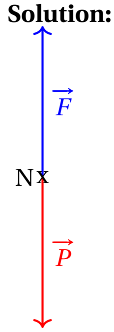
$$
\begin{aligned}
P &= m_{helicoptere} \times g \\
&= 700\,\text{kg} \times 9{,}81\,\text{N}\cdot\text{kg}^{-1} \\
&= 6{,}87 \times 10^3\,\text{N}
\end{aligned}
$$

Le poids de l'hélicoptère est de $6{,}87 \times 10^3\,\text{N}$. On retrouve bien $P \approx F$: la force de gravitation au niveau de la surface de la Terre est environ égale au poids de l'hélicoptère.

L'hélicoptère effectue maintenant un vol rectiligne horizontal à la vitesse constante de $90\,\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

(a) (1 point) Effectuer un schéma du problème. Y représenter les forces qui s'appliquent sur l'hélicoptère, qu'on assimilera à un point matériel.

Solution:



(b) (2 points) Indiquer en justifiant si les forces se compensent lors de ce mouvement ? Justifier.

Solution: L'Hélicoptère a un mouvement rectiligne uniforme donc le principe d'inertie s'applique et les forces se compensent.

(c) (0,5 points) Dans quel référentiel la trajectoire du point A est-elle circulaire ?

Solution: Le point A a toujours une trajectoire circulaire par rapport au référentiel de la cabine.

(d) (0,5 points) Dans quel référentiel le mouvement d'un point N du nez de l'hélicoptère est-il rectiligne uniforme ? (Justifier).

Solution: Le mouvement de N est rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre car N est fixe par rapport à l'hélicoptère (qui lui a un mouvement rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre).

(e) (1 point) Convertir la vitesse de l'hélicoptère en $\mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

Solution:

$$v = 90\,\mathrm{km \cdot h^{-1}} = 90 \times \frac{1\,\mathrm{km}}{1\,\mathrm{h}} = 90 \times \frac{10^3\,\mathrm{m}}{3600\,\mathrm{s}} = 25\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

(f) (1 point) Quelle distance l'hélicoptère parcourt-il en 8,0 s ? Justifier.

Solution: On cherche la distance d que parcourt l'hélicoptère sachant sa vitesse $v = 25\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ et la durée du vol $\Delta t = 8{,}0\,\mathrm{s}$. Comme $v = \frac{d}{\Delta t}$ alors $d = v \times \Delta t = 25\,\mathrm{m \cdot s^{-1}} \times 8{,}0\,\mathrm{s} = 2{,}0 \times 10^2\,\mathrm{m}$.

L'hélicoptère parcourt 200 mètres durant 8 secondes.

(g) (2 points) Représenter 5 positions successives (M_1 à M_5) occupées par le point N de l'hélicoptère pendant 16 secondes (justifier). Échelle : 1 cm représente 50 m. Représenter également la vitesse $\overrightarrow{v_3}$ au point M_3 en indiquant l'échelle.

Solution: L'hélicoptère parcourt en 16 seconds 400 mètres (double de la question précédente). Pour 5 positions on a 4 intervalles donc un intervalle vaut $400/4 = 100\,\mathrm{m}$ entre chaque point avec un mouvement rectiligne uniforme (donc 2 cm entre chaque point). Pour l'échelle de vitesse, en prenant 1 cm représente $10\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ on devra tracer un vecteur de 2,5 cm de long pour représenter les $25\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$.