Solutionnaire du chapitre 7

1. a) Le poids de Karl est

$$\begin{aligned} P &= mg \\ &= 70kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\ &= 686N \end{aligned}$$

Vers le bas.

b) Avec une accélération de 6 m/s² vers le haut, les composantes du poids apparent sont

$$\begin{aligned} P_{app\ x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\ P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -70kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} - 70kg \cdot 6\tfrac{m}{s^2} \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -1106N \end{aligned}$$

Le poids apparent est donc de 1106 N vers le bas.

c) Le nombre de g est

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\ &= \frac{1106N}{686N} \\ &= 1,612 \end{aligned}$$

2. a) Le poids de Karl est

$$\begin{aligned} P &= mg \\ &= 70kg \cdot 1,6\tfrac{N}{kg} \\ &= 112N \end{aligned}$$

Vers le bas.

b) Avec une accélération de 6 m/s² vers le haut, les composantes du poids apparent sont

$$\begin{aligned} P_{app\ x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\ P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -70kg \cdot 1,6\tfrac{N}{kg} - 70kg \cdot 6\tfrac{m}{s^2} \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -532N \end{aligned}$$

Le poids apparent est donc de 532 N vers le bas.

c) Le nombre de *g* est

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\ &= \frac{532N}{686N} \\ &= 0,7755 \end{aligned}$$

3. Pour trouver le poids apparent, il nous faudra l'accélération. Puisque la voiture passe de 0 à 100 km/h en 1,8 seconde, l'accélération est

$$\begin{aligned} v_x &= v_{0x} + a_x t \\ 27,78\tfrac{m}{s} &= 0\tfrac{m}{s} + a \cdot 1,8s \\ a_x &= 15,432\tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

Les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned} P_{app\ x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\ x} = -ma_x \\ P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -mg - 0 \end{aligned}$$

La grandeur du poids apparent est donc

$$P_{app} = \sqrt{P_{appx}^2 + P_{appy}^2}$$
$$P_{app} = \sqrt{(-ma_x)^2 + (-mg)^2}$$
$$P_{app} = \sqrt{(ma_x)^2 + (mg)^2}$$

Le nombre de g est donc

$$\begin{aligned}
n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
&= \frac{\sqrt{(ma_x)^2 + (mg)^2}}{mg} \\
&= \frac{\sqrt{m^2 a_x^2 + m^2 g^2}}{mg} \\
&= \frac{\sqrt{m^2 \left(a_x^2 + g^2\right)}}{mg} \\
&= \frac{\sqrt{m^2}\sqrt{\left(a_x^2 + g^2\right)}}{mg} \\
&= \frac{\cancel{m}\sqrt{a_x^2 + g^2}}{\cancel{m}g} \\
&= \frac{\sqrt{\left(15,432\,\frac{m}{s^2}\right)^2 + \left(9,8\,\frac{N}{kg}\right)^2}}{9,8\,\frac{N}{kg}} \\
&= 1,865
\end{aligned}$$

4. a) Les composantes de l'accélération sont

$$a_x = 6\,\tfrac{m}{s^2} \cdot \cos 60° = 3\,\tfrac{m}{s^2}$$
$$a_y = 6\,\tfrac{m}{s^2} \cdot \sin 60° = 5,196\,\tfrac{m}{s^2}$$

Les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned}
P_{app\,x} &= -ma_x \\
&\rightarrow P_{app\,x} = -70kg \cdot 3\tfrac{m}{s^2} \\
&\rightarrow P_{app\,x} = -210N \\
P_{app\,y} &= -mg - ma_y \\
&\rightarrow P_{app\,y} = -70kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} - 70kg \cdot 5,196\tfrac{m}{s^2} \\
&\rightarrow P_{app\,y} = -1049,73N
\end{aligned}$$

La grandeur du poids apparent est donc

$$\begin{aligned}
P_{app} &= \sqrt{P_{appx}^2 + P_{appy}^2} \\
&= \sqrt{(-210N)^2 + (-1049,73N)^2} \\
&= 1070,53N
\end{aligned}$$

La direction du poids apparent est

$$\begin{aligned}
\theta &= \arctan \frac{P_{appy}}{P_{appx}} \\
&= \arctan \frac{-1049,73N}{-210N} \\
&= -101,3°
\end{aligned}$$

(On enlève 180° à la réponse donnée par la calculatrice puisque P_{appx} est négatif.)

b) Le nombre de g est donc

$$\begin{aligned}
n_g &= \frac{|P_{app}|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\
&= \frac{1070,53N}{686N} \\
&= 1,56
\end{aligned}$$

5. a)

Au point A, l'accélération est de v^2/r vers le haut. Les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\ x} = -ma_x$$
$$\rightarrow P_{app\ x} = 0$$
$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg - m\frac{v^2}{r}$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -120kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} - 120kg \cdot \frac{\left(25\tfrac{m}{s}\right)^2}{10m}$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -8676N$$

Le nombre de g est donc

$$n_g = \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} = \frac{8676N}{1176N} = 7,378$$

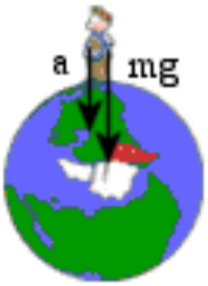
b) Au point B, l'accélération est de v^2/r vers le bas. Les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\ x} = -ma_x$$
$$\rightarrow P_{app\ x} = 0$$
$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg - m \cdot \left(-\frac{v^2}{r}\right)$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -120kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} + 120kg \cdot \frac{\left(10\tfrac{m}{s}\right)^2}{15m}$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -376N$$

Le nombre de g est donc

$$n_g = \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} = \frac{376N}{1176N} = 0,32$$

6. Avec une accélération de $4\pi^2 r/T^2$ vers le centre de la Terre, les composantes du poids apparent sont donc



$$P_{app\,x} = -ma_x$$
$$\rightarrow P_{app\,x} = 0$$
$$P_{app\,y} = -mg - ma_y$$
$$\rightarrow P_{app\,y} = -mg - m\left(-\frac{4\pi^2 r}{T^2}\right)$$

Si on veut que le poids apparent soit nul, on doit avoir

$$0 = -mg - m\left(-\frac{4\pi^2 r}{T^2}\right)$$
$$\frac{4\pi^2 r}{T^2} = g$$
$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r}{g}}$$
$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot 6,378\times10^6 m}{9,8\,\frac{N}{kg}}}$$
$$T = 5069s = 84,48\,\text{min}$$

7. Avec une accélération de v^2/r vers le bas, les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\,x} = -ma_x$$
$$\rightarrow P_{app\,x} = 0$$
$$P_{app\,y} = -mg - ma_y$$
$$\rightarrow P_{app\,y} = -mg - m\left(-\frac{v^2}{r}\right)$$

Comme la grandeur du poids de Victor est 50 kg · 9,8 N/kg = 490 N, la grandeur du poids apparent de Victor doit être de 980 N.

Avec un poids apparent vers le haut, on a

$$P_{app\ y} = -mg + m\frac{v^2}{r}$$

$$980N = -50kg \cdot 9{,}8\tfrac{N}{kg} + 50kg \cdot \frac{v^2}{10m}$$

$$v = 17{,}146\tfrac{m}{s}$$

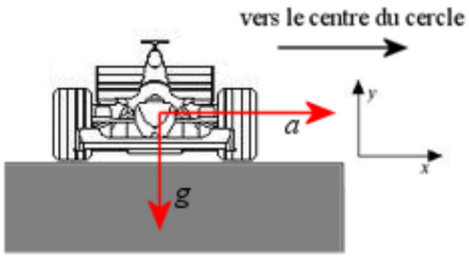
8. Avec une accélération de v^2/r vers la droite, les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\ x} = -ma_x$$

$$\rightarrow P_{app\ x} = -m\frac{v^2}{r}$$

$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$

$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg$$



www.draftsperson.net/index.php?title=Formula_1_-_Free_AutoCAD_Blocks

La grandeur du poids apparent est donc

$$P_{app} = \sqrt{P_{app\ x}^2 + P_{app\ y}^2}$$

$$= \sqrt{\left(-m\frac{v^2}{r}\right)^2 + (-mg)^2}$$

$$= \sqrt{\left(m\frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2}$$

Le nombre de g est

$$n_g = \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}}$$

$$= \frac{\sqrt{\left(m\frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2}}{mg}$$

$$= \frac{\cancel{m}\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}}{\cancel{m}g}$$

$$= \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}}{g}$$

Puisque le pilote subit 4 g, on a

$$4 = \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}}{g}$$

$$4g = \sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}$$

$$39,2\tfrac{N}{kg} = \sqrt{\left(\frac{\left(50\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\tfrac{N}{kg}\right)^2}$$

$$1536,64\tfrac{N^2}{kg^2} = \left(\frac{\left(50\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\tfrac{N}{kg}\right)^2$$

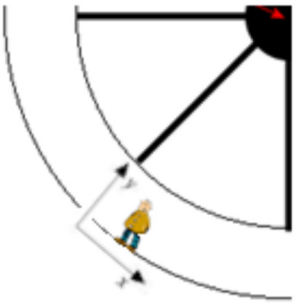
$$1536,64\tfrac{N^2}{kg^2} - \left(9,8\tfrac{N}{kg}\right)^2 = \left(\frac{\left(50\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2$$

$$1440,6\tfrac{N^2}{kg^2} = \left(\frac{\left(50\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2$$

$$37,96\tfrac{N}{kg} = \frac{\left(50\frac{m}{s}\right)^2}{r}$$

$$r = 65,867m$$

9. Quand il n'y a pas de gravitation, on peut orienter les axes comme on veut. Avec les axes montrés sur la figure, les composantes du poids apparent sont



$$P_{app\ x} = -ma_x$$
$$\rightarrow P_{app\ x} = 0$$
$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -0 - m\frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

Le nombre de g est donc

$$n_g = \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}}$$
$$= \frac{m\frac{4\pi^2 r}{T^2}}{mg}$$
$$= \frac{4\pi^2 r}{T^2 g}$$

Comme on veut que la personne subisse 1 g, on a

$$1 = \frac{4\pi^2 r}{T^2 g}$$
$$1 = \frac{4\pi^2 \cdot 12m}{T^2 \cdot 9,8\frac{N}{kg}}$$
$$T = 6,953s$$

10. Les deux composantes du poids apparent sont

$$P_{app\ x} = -ma_x$$
$$P_{app\ y} = -mg$$

Comme l'accélération est 2,4 m/s², les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\ x} = -ma_x$$
$$= -m \cdot 2,4\frac{m}{s^2}$$

$$P_{app\ y} = -mg$$
$$= -m \cdot 9,8\frac{m}{s^2}$$

La grandeur du poids apparent est donc

$$\begin{aligned} P_{app} &= \sqrt{P_{app\,x}{}^2 + P_{app\,y}{}^2} \\ &= \sqrt{\left(-m \cdot 2,4 \tfrac{m}{s^2}\right)^2 + \left(-m \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2}\right)^2} \end{aligned}$$

Le nombre de g subit est

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{P_{app}}{mg} \\ &= \frac{\sqrt{\left(-m \cdot 2,4 \tfrac{m}{s^2}\right)^2 + \left(-m \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2}\right)^2}}{m \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2}} \\ &= \frac{\sqrt{m^2 \cdot \left(2,4 \tfrac{m}{s^2}\right)^2 + m^2 \cdot \left(9,8 \tfrac{m}{s^2}\right)^2}}{m \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2}} \\ &= \frac{\sqrt{m^2 \cdot \left(\left(2,4 \tfrac{m}{s^2}\right)^2 + \left(9,8 \tfrac{m}{s^2}\right)^2\right)}}{m \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2}} \\ &= \frac{m \cdot \sqrt{\left(2,4 \tfrac{m}{s^2}\right)^2 + \left(9,8 \tfrac{m}{s^2}\right)^2}}{m \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2}} \\ &= \frac{\sqrt{\left(2,4 \tfrac{m}{s^2}\right)^2 + \left(9,8 \tfrac{m}{s^2}\right)^2}}{9,8 \tfrac{m}{s^2}} \\ &= 1,030 \end{aligned}$$

Les occupants de l'avion se sentent donc 1,030 fois plus lourd.

11. a)

Avec une accélération de v^2/r vers le haut, les composantes du poids apparent de Juliette sont

$$\begin{aligned} P_{app\,x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\,x} = 0 \\ P_{app\,y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\,y} = -mg - m\left(\frac{v^2}{r}\right) \end{aligned}$$

Il ne reste que la composante en y, qui vaut

$$\begin{aligned} P_{app\ y} &= -mg - m\frac{v^2}{r} \\ &= -60kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} - 60kg \cdot \frac{\left(250\tfrac{m}{s}\right)^2}{5000m} \\ &= -1338N \end{aligned}$$

Le poids apparent est donc de 1338 N vers le bas.

b) Le nombre de *g* est

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\ &= \frac{1338N}{588N} \\ &= 2,276 \end{aligned}$$

12. a)

Avec une accélération de v^2/r vers le bas, les composantes du poids apparent de Juliette sont

$$\begin{aligned} P_{app\ x} &= -ma_x \\ &\rightarrow P_{app\ x} = 0 \\ P_{app\ y} &= -mg - ma_y \\ &\rightarrow P_{app\ y} = -mg - m\left(-\frac{v^2}{r}\right) \end{aligned}$$

Il ne reste que la composante en *y*, qui vaut

$$\begin{aligned} P_{app\ y} &= -mg + m\frac{v^2}{r} \\ &= -60kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} + 60kg \cdot \frac{\left(250\tfrac{m}{s}\right)^2}{5000m} \\ &= 162N \end{aligned}$$

Le poids apparent est donc de 162 N vers le haut. Juliette pourrait donc marcher au plafond de l'avion.

b) Le nombre de *g* est

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\ &= \frac{162N}{588N} \\ &= 0,276 \end{aligned}$$

c) Si le poids apparent est nul, on a

$$P_{app\ y} = -mg + m\frac{v^2}{r}$$

$$0 = -60kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} + 60kg \cdot \frac{v^2}{5000m}$$

$$60kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} = 60kg \cdot \frac{v^2}{5000m}$$

$$9,8\tfrac{N}{kg} = \frac{v^2}{5000m}$$

$$5000m \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} = v^2$$

$$v = 221,35\tfrac{m}{s}$$

$$v = 797\tfrac{km}{h}$$

$$v = 430kts$$

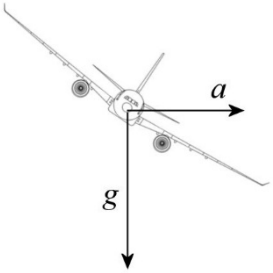
13. Avec une accélération de v^2/r vers la droite, les composantes du poids apparent sont

$$P_{app\ x} = -ma_x$$

$$\rightarrow P_{app\ x} = -m\frac{v^2}{r}$$

$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$

$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg$$



La grandeur du poids apparent est donc

$$\begin{aligned} P_{app} &= \sqrt{P_{app\,x}^2 + P_{app\,y}^2} \\ &= \sqrt{\left(-m\frac{v^2}{r}\right)^2 + \left(-mg\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(m\frac{v^2}{r}\right)^2 + \left(mg\right)^2} \end{aligned}$$

Le nombre de g est

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\ &= \frac{\sqrt{\left(m\frac{v^2}{r}\right)^2 + \left(mg\right)^2}}{mg} \\ &= \frac{\cancel{m}\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}}{\cancel{m}g} \\ &= \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}}{g} \end{aligned}$$

a) Si la vitesse est de 200 nœuds, la distance parcourue sur un tour (la circonférence) est

$$\begin{aligned} circ &= vt \\ &= 102,9\,\tfrac{m}{s}\cdot 120s \\ &= 12\,352m \end{aligned}$$

Le rayon de la trajectoire est donc

$$\begin{aligned} r &= \frac{circ}{2\pi} \\ &= \frac{12\,352m}{2\pi} \\ &= 1966m \end{aligned}$$

Le nombre de g est donc

$$n_g = \frac{\sqrt{\left(\frac{\left(102,9\frac{m}{s}\right)^2}{1966m}\right)^2 + \left(9,8\frac{m}{s^2}\right)^2}}{9,8\frac{m}{s^2}}$$
$$= 1,141$$

b) Si la vitesse est de 400 nœuds, la distance parcourue sur un tour (la circonférence) est

$$\begin{aligned} circ &= vt \\ &= 205,9\tfrac{m}{s}\cdot 120s \\ &= 24\,704m \end{aligned}$$

Le rayon de la trajectoire est donc

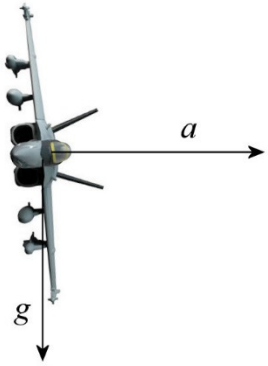
$$\begin{aligned} r &= \frac{circ}{2\pi} \\ &= \frac{24\,704m}{2\pi} \\ &= 3932m \end{aligned}$$

Le nombre de g est donc

$$n_g = \frac{\sqrt{\left(\frac{\left(205,9\frac{m}{s}\right)^2}{3932m}\right)^2 + \left(9,8\frac{m}{s^2}\right)^2}}{9,8\frac{m}{s^2}}$$
$$= 1,487$$

14. Avec une accélération de v^2/r vers la droite, les composantes du poids apparent sont

$$P_{app\ x} = -ma_x$$
$$\rightarrow P_{app\ x} = -m\frac{v^2}{r}$$
$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg$$



La grandeur du poids apparent est donc

$$\begin{aligned} P_{app} &= \sqrt{P_{app\ x}^2 + P_{app\ y}^2} \\ &= \sqrt{\left(-m\frac{v^2}{r}\right)^2 + (-mg)^2} \\ &= \sqrt{\left(m\frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2} \end{aligned}$$

Le nombre de g est

$$\begin{aligned} n_g &= \frac{\left|P_{app}\right|}{P_{\text{reel sur Terre}}} \\ &= \frac{\sqrt{\left(m\frac{v^2}{r}\right)^2 + (mg)^2}}{mg} \\ &= \frac{\cancel{m}\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}}{\cancel{m}g} \\ &= \frac{\sqrt{\left(\frac{v^2}{r}\right)^2 + g^2}}{g} \end{aligned}$$

a) Puisqu'on a 9 g, on a

$$9 = \frac{\sqrt{\left(\frac{\left(411,7\,\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\,\frac{m}{s^2}\right)^2}}{9,8\,\frac{m}{s^2}}$$

$$88,2\,\frac{m}{s^2} = \sqrt{\left(\frac{\left(411,7\,\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\,\frac{m}{s^2}\right)^2}$$

$$7779,24\,\frac{m^2}{s^4} = \left(\frac{\left(411,7\,\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\,\frac{m}{s^2}\right)^2$$

$$7779,24\,\frac{m^2}{s^4} - \left(9,8\,\frac{m}{s^2}\right)^2 = \left(\frac{\left(411,7\,\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2$$

$$7683,2\tfrac{m^2}{s^4}=\left(\frac{\left(411,7\tfrac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2$$
$$87,65\tfrac{m}{s^2}=\frac{\left(411,7\tfrac{m}{s}\right)^2}{r}$$
$$r=\frac{\left(411,7\tfrac{m}{s}\right)^2}{87,65\tfrac{m}{s^2}}$$
$$r=1934m$$

b) On peut trouver l'angle d'inclinaison avec

$$v^2=rg\tan\beta$$
$$\left(411,7\tfrac{m}{s}\right)^2=1934m\cdot 9,8\tfrac{m}{s^2}\cdot\tan\beta$$
$$\tan\beta=8,94$$
$$\beta=83,6°$$

c) On a

$$n_g=\frac{F_L}{P_{avion}}$$
$$9=\frac{F_L}{20\,000kg\cdot 9,8\tfrac{N}{kg}}$$
$$9=\frac{F_L}{196\,000N}$$
$$F_L=1\,764\,000N$$

15. a) On trouve la vitesse initiale en y avec

$$y=y_0+v_{0y}t-\tfrac{1}{2}gt^2$$

Comme l'avion revient à la même hauteur, on a $y = y_0$. On a alors

$$y_0 = y_0 + v_{0y}t - \tfrac{1}{2}gt^2$$
$$0 = v_{0y}t - \tfrac{1}{2}gt^2$$
$$0 = v_{0y} - \tfrac{1}{2}gt$$
$$\tfrac{1}{2}gt = v_{0y}$$
$$\tfrac{1}{2}\cdot 9,8\tfrac{m}{s^2}\cdot 25s = v_{0y}$$
$$122,5\tfrac{m}{s} = v_{0y}$$

Comme la vitesse en y est $v_{0y} = v_0 \sin\theta$, et que $v_0 = 400$ nœuds, on a

$$122,5\tfrac{m}{s} = v_0 \sin\theta$$
$$122,5\tfrac{m}{s} = 205,9\tfrac{m}{s}\cdot \sin\theta$$
$$0,595 = \sin\theta$$
$$\theta = 36,5°$$

b) Au point le plus haut, la vitesse en y est nulle. On a donc

$$2a_y\left(y - y_0\right) = v_y^2 - v_{0y}^2$$
$$2\cdot\left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\Delta y = 0 - \left(122,5\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$\Delta y = 765,6m$$
$$\Delta y = 2512\,pieds$$