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

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

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

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

Les composantes du poids apparent sont donc

$$P_{app\ x} = -ma_x$$
$$\rightarrow P_{app\ x} = -ma_x$$
$$P_{app\ y} = -mg - ma_y$$
$$\rightarrow P_{app\ y} = -mg - 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

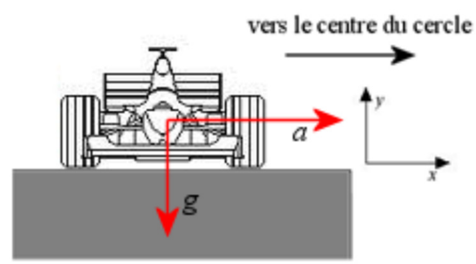
8. Avec une accélération de v^2/r vers la droite, les composantes du poids apparent sont donc

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

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

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

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



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

La grandeur du poids apparent est donc

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

Le nombre de g est

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

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

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

Puisque le pilote subit 4 g, on a

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

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

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

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

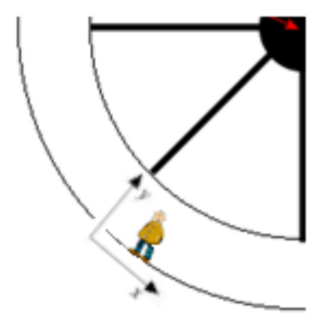
$$1536{,}64\tfrac{N^2}{kg^2} - \left(9{,}8\tfrac{N}{kg}\right)^2 = \left(\frac{(50\frac{m}{s})^2}{r}\right)^2$$

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

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

$$r = 65{,}867m$$

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



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

Le nombre de g est donc

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

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 1,8 m/s², les composantes du poids apparent sont donc

$$\begin{aligned} P_{app\ x} &= -ma_x \\ &= -m \cdot 2,4\tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{app\ y} &= -mg \\ &= -m \cdot 9,8\tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

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

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

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

b) Le nombre de *g* est

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

12. a)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$v = 430kts$$

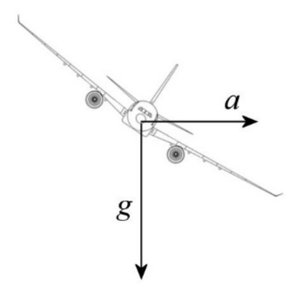
13. Avec une accélération de v^2/r vers la droite, les composantes du poids apparent sont

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

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

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

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



La grandeur du poids apparent est donc

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

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

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

Le rayon de la trajectoire est donc

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

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 est

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

Le rayon de la trajectoire est donc

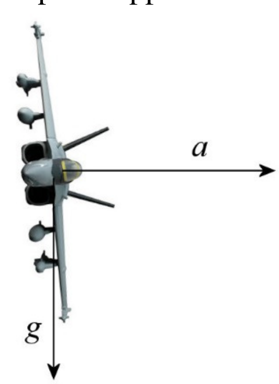
$$\begin{aligned} r &= \frac{d}{2\pi} \\ &= \frac{24\,704m}{2\pi} \\ &= 3932m \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}9 &= \frac{\sqrt{\left(\frac{\left(411,7\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\frac{m}{s^2}\right)^2}}{9,8\frac{m}{s^2}}\\ 88,2\tfrac{m}{s^2} &= \sqrt{\left(\frac{\left(411,7\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\frac{m}{s^2}\right)^2}\\ 7779,24\tfrac{m^2}{s^4} &= \left(\frac{\left(411,7\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2 + \left(9,8\frac{m}{s^2}\right)^2\\ 7779,24\tfrac{m^2}{s^4} - \left(9,8\frac{m}{s^2}\right)^2 &= \left(\frac{\left(411,7\frac{m}{s}\right)^2}{r}\right)^2\end{aligned}$$

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

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

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

$$r=1934m$$

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

$$v^2=rg\tan\beta$$

$$\left(411,7\tfrac{m}{s}\right)^2=1934m\cdot 9,8\tfrac{m}{s^2}\cdot\tan\beta$$

$$\tan\beta=8,94$$

$$\beta=83,6°$$

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

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