Solutionnaire du chapitre 2

1. a) La vitesse moyenne en x est

$$\begin{aligned}\overline{v}_x &= \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ &= \frac{8m - 0m}{2s} \\ &= 4\tfrac{m}{s}\end{aligned}$$

La vitesse moyenne en y est

$$\begin{aligned}\overline{v}_y &= \frac{\Delta y}{\Delta t} \\ &= \frac{6m - 0m}{2s} \\ &= 3\tfrac{m}{s}\end{aligned}$$

b) Pour trouver l'accélération moyenne, on va séparer la vitesse en composantes

À $t = 0$ s les composantes de la vitesse sont

$$\begin{aligned}v_x &= v\cos\theta = 15\tfrac{m}{s}\cdot\cos 30° = 12,99\tfrac{m}{s} \\ v_y &= v\sin\theta = 15\tfrac{m}{s}\cdot\sin 30° = 7,5\tfrac{m}{s}\end{aligned}$$

À $t = 2$ s les composantes de la vitesse sont

$$\begin{aligned}v_x &= v\cos\theta = 20\tfrac{m}{s}\cdot\cos 120° = -10\tfrac{m}{s} \\ v_y &= v\sin\theta = 20\tfrac{m}{s}\cdot\sin 120° = 17,32\tfrac{m}{s}\end{aligned}$$

L'accélération moyenne en x est

$$\begin{aligned}\overline{a}_x &= \frac{\Delta v_x}{\Delta t} \\ &= \frac{-10\tfrac{m}{s} - 12,99\tfrac{m}{s}}{2s} \\ &= -11,495\tfrac{m}{s^2}\end{aligned}$$

L'accélération moyenne en y est

$$\begin{aligned}\overline{a}_y &= \frac{\Delta v_y}{\Delta t} \\ &= \frac{17,32\tfrac{m}{s} - 7,5\tfrac{m}{s}}{2s} \\ &= 4,91\tfrac{m}{s^2}\end{aligned}$$

2. On trouve la position avec

$$\begin{aligned}x &= x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2 \\ &= 2000m + 100\tfrac{m}{s}\cdot 50s + \frac{1}{2}\cdot 1\tfrac{m}{s^2}\cdot (50s)^2 \\ &= 8250m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}y &= y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2 \\ &= -2000m + \left(-50\tfrac{m}{s}\right)\cdot 50s + \frac{1}{2}\cdot\left(-2\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot (50s)^2 \\ &= -7000m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}z &= z_0 + v_{0z}t + \frac{1}{2}a_z t^2 \\ &= 2000m + 20\tfrac{m}{s}\cdot 50s + \frac{1}{2}\cdot 0\tfrac{m}{s^2}\cdot (50s)^2 \\ &= 3000m\end{aligned}$$

3. On trouve l'accélération en x avec

$$2a_x\left(x - x_0\right) = v_x^2 - v_{x0}^2$$
$$2\cdot a_x\cdot\left(2000m - 1000m\right) = \left(150\tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(-100\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$a_x = 6,25\tfrac{m}{s^2}$$

On trouve l'accélération en y avec

$$2a_y\left(y-y_0\right)=v_y^2-v_{y0}^2$$
$$2\cdot a_y\cdot\left(1000m--1000m\right)=\left(-100\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(0\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$a_y=2,5\tfrac{m}{s^2}$$

On trouve l'accélération en z avec

$$2a_z\left(z-z_0\right)=v_x^2-v_{x0}^2$$
$$2\cdot a_z\cdot\left(4000m-2000m\right)=\left(100\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(50\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$a_z=1,875\tfrac{m}{s^2}$$

4. a) Les composantes de la vitesse initiale sont

$$v_{0x}=50\tfrac{m}{s}\cdot\cos 32°=42,4\tfrac{m}{s}$$
$$v_{0y}=50\tfrac{m}{s}\cdot\sin 32°=26,5\tfrac{m}{s}$$

On trouve le temps de vol avec

$$y=y_0+v_{0y}t-\tfrac{1}{2}gt^2$$
$$0m=0m+26,5\tfrac{m}{s}\cdot t-\tfrac{1}{2}\cdot 9,8\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$
$$26,5\tfrac{m}{s}\cdot t=4,9\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$
$$26,5\tfrac{m}{s}=4,9\tfrac{m}{s^2}\cdot t$$
$$t=5,407s$$

b) On trouve la hauteur maximale en utilisant le fait que la vitesse en y est nulle au point le plus haut.

$$-2g\left(y-y_0\right)=v_y^2-v_{0y}^2$$
$$-2\cdot 9,8\tfrac{m}{s^2}\cdot\left(y-0m\right)=\left(0\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(26,5\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$y=35,82m$$

c) La portée est

$$\begin{aligned}x&=x_0+vt\\&=0m+42,4\tfrac{m}{s}\cdot 5,407s\\&=229,3m\end{aligned}$$

5. a) Les composantes de la vitesse initiale sont

$$v_{0x} = 45\tfrac{m}{s} \cdot \cos 60° = 22,5\tfrac{m}{s}$$
$$v_{0y} = 45\tfrac{m}{s} \cdot \sin 60° = 39,0\tfrac{m}{s}$$

On trouve la hauteur maximale en utilisant le fait que la vitesse en y est nulle au point le plus haut.

$$-2g\left(y - y_0\right) = v_y^2 - v_{0y}^2$$
$$-2 \cdot 9,8\tfrac{m}{s^2} \cdot \left(y - 0m\right) = \left(0\tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(39,0\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$y = 77,49m$$

b) On trouve le temps de vol avec

$$y = y_0 + v_{0y}t - \tfrac{1}{2}gt^2$$
$$-265m = 0m + 39,0\tfrac{m}{s} \cdot t - \tfrac{1}{2} \cdot 9,8\tfrac{m}{s^2} \cdot t^2$$
$$265m + 39\tfrac{m}{s} \cdot t - 4,9\tfrac{m}{s^2} \cdot t^2 = 0$$
$$t = 12,34s \quad \text{et} \quad t = -4,38s$$

Seule la réponse positive est bonne.

c) La portée est

$$\begin{aligned} x &= x_0 + vt \\ &= 0m + 22,5\tfrac{m}{s} \cdot 12,34s \\ &= 277,6m \end{aligned}$$

d) La vitesse en x reste toujours la même.

$$v_x = v_{0x} = 22,5\tfrac{m}{s}$$

À l'arrivée au sol, la vitesse en y est

$$\begin{aligned} v_y &= v_{0y} - gt \\ &= 39,0\tfrac{m}{s} - 9,8\tfrac{m}{s^2} \cdot 12,34s \\ &= -81,9\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

La grandeur de la vitesse est donc

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 85{,}0\,\tfrac{m}{s}$$

et sa direction est

$$\theta = \arctan \frac{v_y}{v_x} = \arctan \frac{-81{,}9}{22{,}5} = -74{,}6°$$

6. On trouve la vitesse avec

$$y = (\tan\theta)\,x - \left(\frac{g}{2v_0^2 \cos^2\theta}\right)x^2$$

$$1{,}05m = (\tan 40°)\cdot 10m - \left(\frac{9{,}8\,\tfrac{m}{s^2}}{2\cdot v_0^2 \cdot \cos^2 40°}\right)\cdot (10m)^2$$

$$v_0 = 10{,}67\,\tfrac{m}{s}$$

7. Puisque Ruprecht retombe à la même hauteur, on peut trouver l'angle avec la formule de la portée

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$$

$$70m = \frac{\left(35\,\tfrac{m}{s}\right)^2 \cdot \sin 2\theta}{9{,}8\,\tfrac{m}{s^2}}$$

$$70m = \frac{\left(35\,\tfrac{m}{s}\right)^2 \cdot \sin 2\theta}{9{,}8\,\tfrac{m}{s^2}}$$

$$0{,}56 = \sin 2\theta$$

$$34{,}06° = 2\theta$$

$$\theta = 17{,}03°$$

La durée du vol se trouve alors avec

$$y = y_0 + v_{0y}t - \tfrac{1}{2}gt^2$$
$$0m = 0m + \left(35\tfrac{m}{s} \cdot \sin 17{,}03°\right) \cdot t - \tfrac{1}{2} \cdot 9.8\tfrac{m}{s^2} \cdot t^2$$
$$10{,}25\tfrac{m}{s} \cdot t = 4{,}9\tfrac{m}{s^2} \cdot t^2$$
$$10{,}25\tfrac{m}{s} = 4{,}9\tfrac{m}{s^2} \cdot t$$
$$t = 2{,}09s$$

8. a) On trouve la vitesse avec

$$y = (\tan\theta)x - \left(\frac{g}{2v_0^2\cos^2\theta}\right)x^2$$
$$-20m = (\tan 35°) \cdot 350m - \left(\frac{9{,}8\tfrac{m}{s^2}}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 35°}\right) \cdot (350m)^2$$
$$v_0 = 58{,}09\tfrac{m}{s}$$

Il reste à isoler la vitesse. Commençons par faire toutes les multiplications et division qu’on peut faire. On obtient alors

$$-20m = 245{,}073m - \frac{894\,546{,}93\tfrac{m^3}{s^2}}{v_0^2}$$
$$v_0 = 58{,}09\tfrac{m}{s}$$

Ensuite on a

$$-20m = 245{,}073m - \frac{894\,546{,}93\tfrac{m^3}{s^2}}{v_0^2}$$
$$-20m - 245{,}073m = -\frac{894\,546{,}93\tfrac{m^3}{s^2}}{v_0^2}$$
$$-265{,}073m = -\frac{894\,546{,}93\tfrac{m^3}{s^2}}{v_0^2}$$
$$-265{,}073m \cdot v_0^2 = -894\,546{,}93\tfrac{m^3}{s^2}$$
$$v_0^2 = \frac{-894\,546{,}93\tfrac{m^3}{s^2}}{-265{,}073m}$$
$$v_0^2 = 3374{,}72\tfrac{m^2}{s^2}$$
$$v_0 = 58{,}09\tfrac{m}{s}$$

b) Le temps de vol est

$$\begin{gathered} y = y_0 + v_{0y}t - \tfrac{1}{2}gt^2 \\ -20m = 0m + \left(58,09\tfrac{m}{s} \cdot \sin 35°\right)t - 4,9\tfrac{m}{s^2} \cdot t^2 \\ 20m + 33,32\tfrac{m}{s} \cdot t - 4,9\tfrac{m}{s^2} \cdot t^2 = 0 \\ t = 7,355s \ \text{ et } \ t = -0,555s \end{gathered}$$

Seule la réponse positive est bonne.

c) La hauteur maximale fut de

$$\begin{gathered} -2g\left(y - y_0\right) = v_y^2 - v_{0y}^2 \\ -2 \cdot 9,8\tfrac{m}{s^2} \cdot \left(y - 0m\right) = \left(0\tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(33,32\tfrac{m}{s}\right)^2 \\ y = 56,65m \end{gathered}$$

d) La vitesse en x reste toujours la même.

$$v_x = v_{0x} = 58,09\tfrac{m}{s} \cdot \cos 35° = 47,59\tfrac{m}{s}$$

À l'arrivée au sol, la vitesse en y est

$$\begin{aligned} v_y &= v_{0y} - gt \\ &= 33,32\tfrac{m}{s} - 9,8\tfrac{m}{s^2} \cdot 7,355s \\ &= -38,76\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

La grandeur de la vitesse est donc

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 61,37\tfrac{m}{s}$$

et sa direction est

$$\theta = \arctan\frac{v_y}{v_x} = \arctan\frac{-38,76}{47,59} = -39,16°$$

9. a) Il faut trouver le temps de vol du paquet.

Comme la vitesse initiale en y est nulle et que le paquet doit tomber de 100 m, le temps de vol est

$$y = y_0 + v_{0y}t - \tfrac{1}{2}gt^2$$
$$-100m = 0m + 0\tfrac{m}{s}\cdot t - \tfrac{1}{2}\cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$
$$-100m = -4{,}9\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$
$$t = 4{,}518s$$

b) La distance fait par le paquet pendant ce temps de vol est

$$x = x_0 + v_{0x}t$$
$$x = 0m + 41{,}17\tfrac{m}{s}\cdot 4{,}518s$$
$$x = 186m$$

10. a) On peut trouver la hauteur avec

$$\begin{aligned} y &= (\tan\theta)x - \left(\frac{g}{2v_0^2\cos^2\theta}\right)x^2 \\ &= (\tan 30°)\cdot 10m - \left(\frac{9{,}8\tfrac{m}{s^2}}{2\cdot\left(30\tfrac{m}{s}\right)^2\cdot\cos^2 30°}\right)\cdot(10m)^2 \\ &= 5{,}048m \end{aligned}$$

Ceci est la hauteur par rapport au point de départ. Comme ce point est à 1 m du sol, la hauteur par rapport au sol est de 6,048 m.

b) La vitesse en x est la même que la vitesse initiale

$$v_x = v_{0x} = 30\tfrac{m}{s}\cdot\cos 30° = 25{,}98\tfrac{m}{s}$$

La vitesse en y est

$$-2g\left(y - y_0\right) = v_y^2 - v_{0y}^2$$
$$-2\cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2}\cdot(5{,}048m - 0m) = v^2 - \left(30\tfrac{m}{s}\cdot\sin 30°\right)^2$$
$$v_y = 11{,}23\tfrac{m}{s}$$

La grandeur de la vitesse est donc

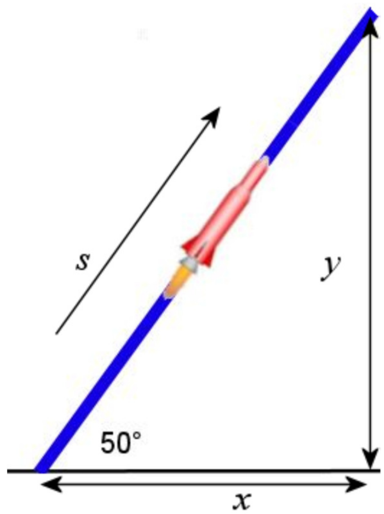
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 28{,}30\tfrac{m}{s}$$

et l'angle est

$$\theta = \arctan \frac{v_y}{v_x} = \arctan \frac{11,23}{25,98} = 23,4°$$

11. Séparons ce mouvement en deux parties : un mouvement en ligne droite pendant 20 secondes et un mouvement en chute libre.

On va utiliser un axe des s dirigé dans le sens du mouvement pour la première partie.



Pendant le mouvement en ligne droite, le déplacement est

$$\begin{aligned} s &= s_0 + v_0 t + \tfrac{1}{2} a t^2 \\ &= 0m + 0\tfrac{m}{s} \cdot 20s + \tfrac{1}{2} \cdot 20\tfrac{m}{s^2} \cdot (20s)^2 \\ &= 4000m \end{aligned}$$

Les positions finales en x et y sont donc

$$\begin{aligned} x &= s\cos 50° = 4000m \cdot \cos 50° = 2571,2m \\ y &= s\sin 50° = 4000m \cdot \sin 50° = 3064,2m \end{aligned}$$

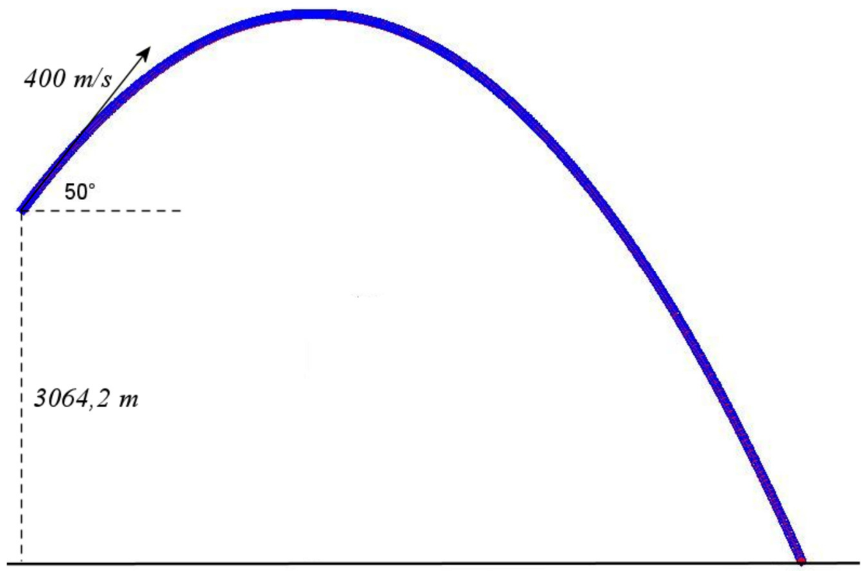
La vitesse à la fin de cette phase est

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ &= 0\tfrac{m}{s} + 20\tfrac{m}{s^2} \cdot 20s \\ &= 400\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

Cette vitesse est dans le sens de la trajectoire. Si on la sépare en composantes x et y, on a

$$\begin{aligned} v_x &= v\cos 50° = 400\tfrac{m}{s} \cdot \cos 50° = 257,12\tfrac{m}{s} \\ v_y &= v\sin 50° = 400\tfrac{m}{s} \cdot \sin 50° = 306,42\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

Passons maintenant à la phase de chute libre. Les positions et les vitesses initiales de cette phase sont les valeurs finales de la phase précédentes. On a alors la situation suivante.



a) On trouve la hauteur maximale avec

$$-2g\left(y-y_0\right)=v_y^2-v_{0y}^2$$
$$-2\cdot 9,8\tfrac{m}{s^2}\cdot\left(y-3064,2m\right)=\left(0\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(306,42\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$y=7855m$$

b) On trouve le temps de vol de cette partie avec

$$y=y_0+v_{0y}t-\tfrac{1}{2}gt^2$$
$$0m=3064,2m+306,42\tfrac{m}{s}\cdot t-\tfrac{1}{2}\cdot 9,8\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$
$$t=71,30s \quad \text{et} \quad t=-8,77s$$

En ajoutant les 20 secondes de la première phase, le temps de vol total est de 91,30 s.

c) La position en x à la fin de la deuxième phase est

$$\begin{aligned}x&=x_0+v_{0x}t\\&=2571,2m+257,12\tfrac{m}{s}\cdot 71,30s\\&=20\,905m\end{aligned}$$

12. L'accélération est

$$
\begin{aligned}
a_c &= \frac{v^2}{r} \\
&= \frac{\left(1024\,\tfrac{m}{s}\right)^2}{3,844\times 10^8 m} \\
&= 0,002728\,\tfrac{m}{s^2}
\end{aligned}
$$

13. Le rayon de la trajectoire est

$$
\begin{aligned}
r &= \frac{circonference}{2\pi} \\
&= 79,58m
\end{aligned}
$$

L'accélération est donc

$$
\begin{aligned}
a_c &= \frac{4\pi^2 r}{T^2} \\
&= \frac{4\pi^2 \cdot 79,58m}{(50s)^2} \\
&= 1,257\,\tfrac{m}{s^2}
\end{aligned}
$$

14. La période de l'avion est de

$$
\begin{aligned}
a_c &= \frac{4\pi^2 r}{T^2} \\
12\,\tfrac{m}{s^2} &= \frac{4\pi^2 \cdot 800m}{T^2} \\
T^2 &= \frac{4\pi^2 \cdot 800m}{12\,\tfrac{m}{s^2}} \\
T &= 51,3s
\end{aligned}
$$

15. On trouve le rayon de la trajectoire avec la formule

$$
\begin{aligned}
v &= \frac{2\pi r}{T} \\
360\,\tfrac{m}{s} &= \frac{2\pi r}{180s} \\
r &= 10\,313m
\end{aligned}
$$

L'accélération est donc

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$
$$= \frac{\left(360\frac{m}{s}\right)^2}{10\,313m}$$
$$= 12{,}57\frac{m}{s^2}$$

16. Au point A, l'accélération est

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$
$$= \frac{\left(400\frac{m}{s}\right)^2}{2000m}$$
$$= 80\frac{m}{s^2}$$

Cette accélération est vers le bas.

Au point B, l'accélération est

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$
$$= \frac{\left(600\frac{m}{s}\right)^2}{3000m}$$
$$= 120\frac{m}{s^2}$$

Cette accélération est vers le haut.

17. a) L'accélération tangentielle est

$$2a_T\left(s - s_0\right) = v^2 - v_0^2$$
$$2 \cdot a_T \cdot \left(4\pi r - 0m\right) = \left(102{,}93\frac{m}{s}\right)^2 - \left(257{,}33\frac{m}{s}\right)^2$$
$$2 \cdot a_T \cdot \left(4\pi \cdot 5000m - 0m\right) = \left(102{,}93\frac{m}{s}\right)^2 - \left(257{,}33\frac{m}{s}\right)^2$$
$$a_T \cdot 125\,664m = -55\,625\frac{m^2}{s^2}$$
$$a_T = -0{,}4427\frac{m}{s^2}$$

Comme on a mis le sens positif dans le sens du déplacement de l'avion, une valeur négative veut dire que l'accélération est dans la direction opposée à la vitesse de l'avion.

b) Au bout d'un tour, la vitesse de la voiture est

$$2a_T\left(s-s_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-0,4427\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(2\pi r-0m\right)=v^2-\left(257,3\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$2\cdot\left(-0,4427\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(2\pi\cdot 5000m-0m\right)=v^2-\left(257,3\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$-27\,812\tfrac{m^2}{s^2}=v^2-\left(257,3\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$v=195,98\tfrac{m}{s}$$

L'accélération centripète est donc

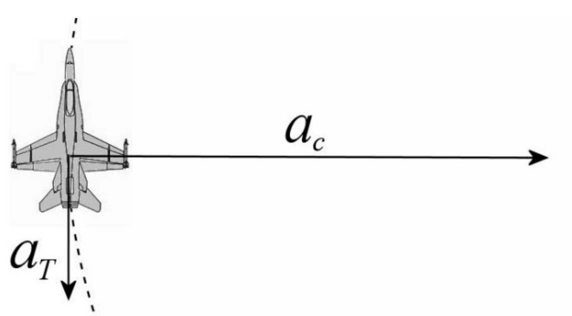
$$\begin{aligned}a_c&=\frac{v^2}{r}\\&=\frac{\left(195,98\tfrac{m}{s}\right)^2}{5000m}\\&=7,68\tfrac{m}{s^2}\end{aligned}$$

Comme toujours, l'accélération centripète est dirigée vers le centre du cercle.

c) La grandeur de l'accélération totale est

$$a=\sqrt{a_c^2+a_T^2}$$
$$a=\sqrt{\left(7,68\tfrac{m}{s^2}\right)^2+\left(0,4427\tfrac{m}{s^2}\right)^2}=7,69\tfrac{m}{s^2}$$

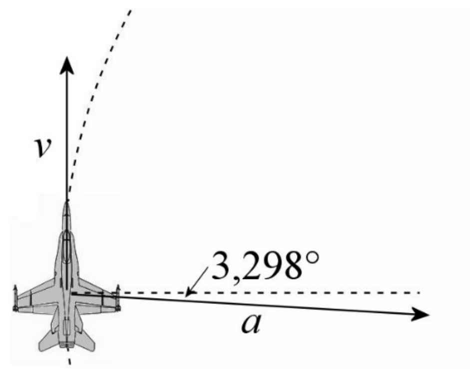
Les directions des accélérations sont



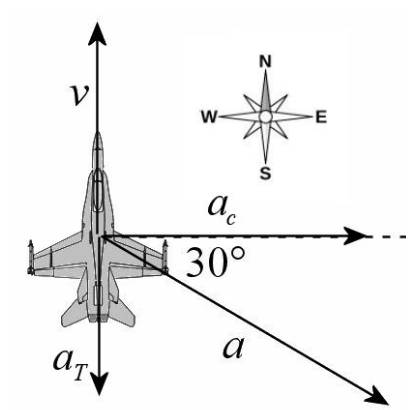
Avec des axes x et y conventionnels, la direction est

$$\theta = \arctan\frac{v_y}{v_x} = \arctan\frac{-0,4427}{7,68} = -3,298°$$

Ce qui signifie qu'il y a un angle de 93,298° avec la vitesse.



18. Les composantes de l'accélération sont



a) Comme l'accélération tangentielle est opposée à la vitesse, cet avion ralentit.

b) Dans cet exercice, l'accélération tangentielle est la composante en y de l'accélération. Cette composante est

$$\begin{aligned} a_T &= a\sin(-30°) \\ &= 20\tfrac{m}{s^2}\cdot\sin(-30°) \\ &= -10\tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

c) Comme l'accélération centripète est vers l'est, cet avion tourne vers l'est.

d) On trouve le rayon de courbure à partir de l'accélération centripète. Dans cet exercice, l'accélération centripète est la composante en x de l'accélération. Cette composante est

$$\begin{aligned} a_c &= a\cos(-30°) \\ &= 20\tfrac{m}{s^2}\cdot\cos(-30°) \\ &= 17,32\tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

Le rayon de courbure est donc

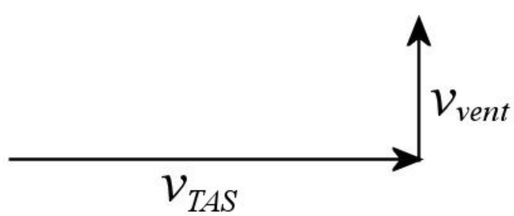
$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

$$17,32\tfrac{m}{s^2} = \frac{\left(300\tfrac{m}{s}\right)^2}{r}$$

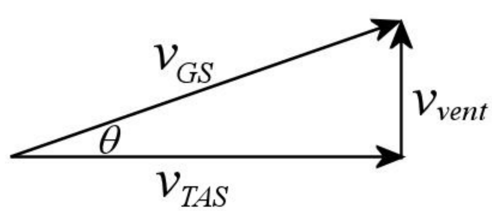
$$r = \frac{\left(300\tfrac{m}{s}\right)^2}{17,32\tfrac{m}{s^2}}$$

$$r = 5196m$$

19. La vitesse par rapport au sol est l'addition des deux vecteurs suivants.



Cette somme est le vecteur



En fait, on cherche l'angle θ sur cette figure. Cet angle est

$$\tan\theta = \frac{v_{vent}}{v_{TAS}}$$

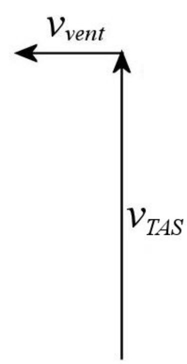
$$\tan\theta = \frac{40kts}{150kts}$$

$$\tan\theta = 0,2667$$

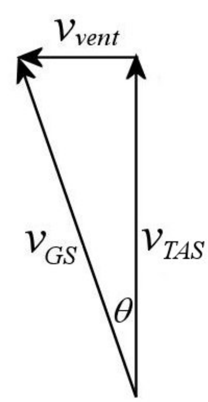
$$\theta = \arctan 0,2667$$

$$\theta = 14,93°$$

20. La vitesse par rapport au sol est l'addition des deux vecteurs suivants.



Cette somme est



On sait que l'angle θ est de 20°. On a donc

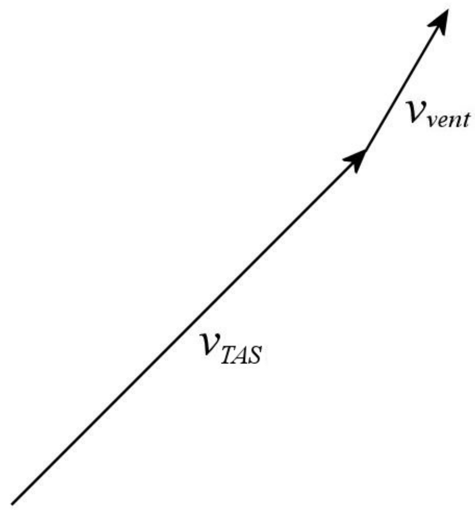
$$\tan\theta = \frac{v_{vent}}{v_{TAS}}$$

$$\tan 20° = \frac{v_{vent}}{150kts}$$

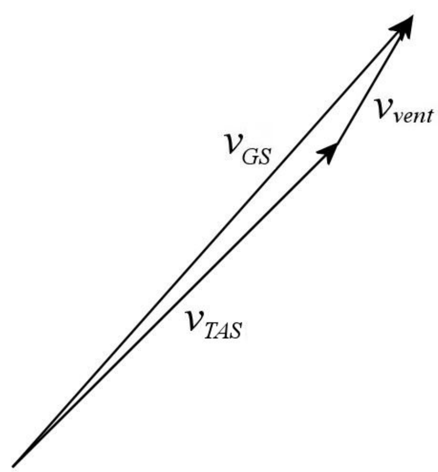
$$150kts \cdot \tan 20° = v_{vent}$$

$$v_{vent} = 54,6kts$$

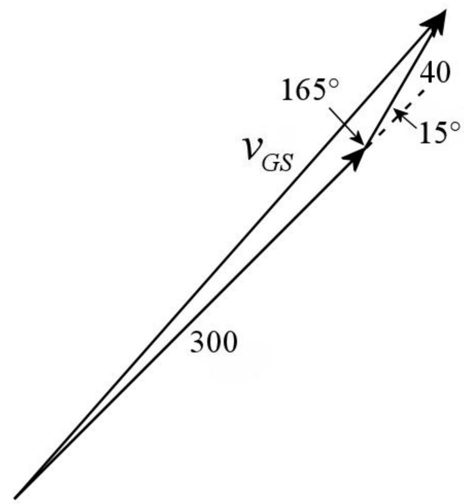
21. a) La vitesse par rapport au sol est l'addition des deux vecteurs suivants.



Cette somme est



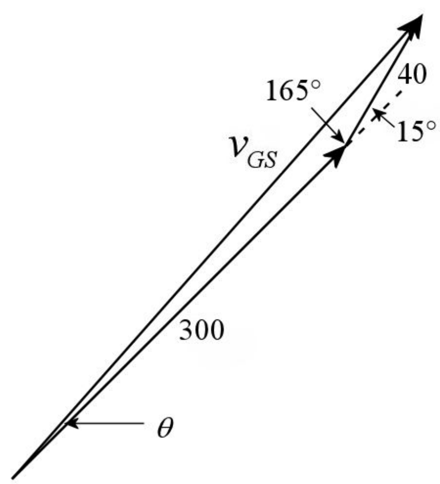
On va trouver la vitesse avec la loi des cosinus. On connait la longueur de 2 côtés et l'angle entre les 2 côtés (qui est 165°)



On a donc

$$v_{GS}^2 = 300^2 + 40^2 - 2 \cdot 300 \cdot 40 \cdot \cos 165°$$
$$v_{GS}^2 = 114\,782$$
$$v_{GS} = 338,8 kts$$

b) On peut trouver la direction en trouvant premièrement l'angle θ sur la figure



Cet angle se trouve avec la loi des sinus.

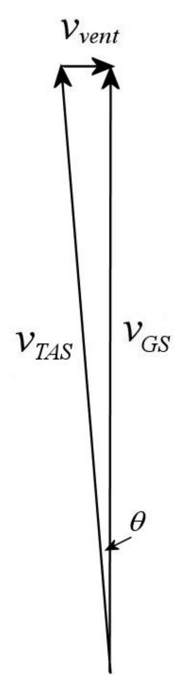
$$\frac{\sin\theta}{40} = \frac{\sin 165°}{338,8}$$
$$\sin\theta = 0,03056$$
$$\theta = \arcsin(0,03056)$$
$$\theta = 1,75°$$

Le cap de l'avion est donc diminué de 1,75° par rapport à sa direction dans l'air. Comme la direction dans l'air était de 45°, la direction par rapport au sol est de

$$45° - 1,75° = 43,25°$$

22. a)

On veut que la vitesse résultante par rapport au sol soit directement vers le nord. On doit donc avoir la situation suivante.



La vitesse se trouve avec

$$v_{TAS}^2 = v_{GS}^2 + v_{vent}^2$$
$$(250kts)^2 = v_{GS}^2 + (20kts)^2$$
$$v_{GS}^2 = 62\,100kts^2$$
$$v_{GS} = 249,2kts$$

b) L'angle se trouve avec

$$\sin\theta = \frac{v_{vent}}{v_{TAS}}$$
$$\sin\theta = \frac{20kts}{250kts}$$
$$\sin\theta = 0,08$$
$$\theta = \arcsin(0,08)$$
$$\theta = 4,59°$$

En dirigeant l'avion à 4.59° à l'ouest du nord (cap de 355,4°), l'avion ira directement vers le nord.

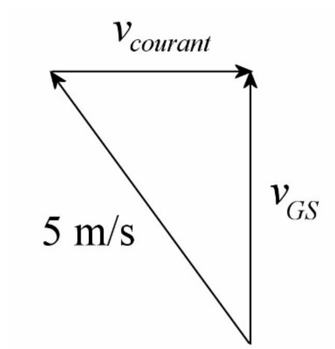
23. Cette situation est similaire à celle d'un avion se déplaçant dans l'air, on remplace simplement l'avion par le bateau et l'air par l'eau. L'équation

$$\vec{v}_{GS} = \vec{v}_{TAS} + \vec{v}_{vent}$$

devient alors

$$\vec{v}_{GS} = \vec{v}_{bateau\ dans\ l'eau} + \vec{v}_{courant}$$

La vitesse du bateau par rapport au sol est la somme de la vitesse du bateau par rapport à l'eau et de la vitesse du courant. On a alors le triangle de droite.



Comme le bateau traverse en 15 minutes une distance de 3600 m, sa vitesse par rapport au rivage est

$$v_{GS} = \frac{3600m}{900s} = 4\tfrac{m}{s}$$

Avec le théorème de Pythagore, on trouve alors

$$(v_{courant})^2 + \left(4\tfrac{m}{s}\right)^2 = \left(5\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$(v_{courant})^2 = \left(5\tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(4\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$(v_{courant})^2 = 9\tfrac{m^2}{s^2}$$
$$v_{courant} = 3\tfrac{m}{s}$$