Solutionnaire du chapitre 4

1. Dans tous les cas, la force est

$$
\begin{aligned}
P &= m \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\
&= 100kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\
&= 980N
\end{aligned}
$$

2. La force est

$$
\begin{aligned}
P &= m \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\
&= 300\,000kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\
&= 2\,940\,000N
\end{aligned}
$$

3. a) La force est

$$
\begin{aligned}
P &= m \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\
&= 65kg \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\
&= 637N
\end{aligned}
$$

b) *Les forces agissant sur l'objet*

Les deux seules forces qui agissent sur la personne sont les suivantes.

1) La gravitation de 637 N vers le bas.
2) La normale vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en y est donc

$$\sum F_y = -637N + F_N$$

2e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, la 2e loi de Newton devient

$$\sum F_y = ma_y \quad \rightarrow \quad -637N + F_N = 0$$

Solution de l'équation

La solution est

$$F_N = 637N$$

4. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a trois forces sur la boite.

1) Le poids (P) de196 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut.
3) La force de 60 N vers le bas.

Somme des forces

La somme des forces est

$$\sum F_y = -196N + F_N - 60N$$

2e loi de Newton

Puisque la boite n'accélère pas, on a

$$\sum F_y = ma_y \quad \rightarrow \quad -196N + F_N - 60N = 0$$

Solution de l'équation

La normale est donc

$$\begin{aligned} -196N + F_N - 60N &= 0 \\ F_N &= 196N + 60N \\ F_N &= 256N \end{aligned}$$

5. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 2 forces sur William.

1) Une force de gravitation de 705,6 N vers le bas.

2) La normale (F_N) vers le haut faite par le plancher de l'ascenseur.

Somme des forces

La somme des forces en *y* est (avec un axe vers le haut)

$$\sum F_y = -705,6N + F_N$$

2^e loi de Newton

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -705,6N + F_N = 72kg \cdot a_y$$

Solution des équations

a) Si la vitesse est constante, l'accélération est nulle et on a

$$\begin{aligned} -705,6N + F_N &= 0 \\ F_N &= 705,6N \end{aligned}$$

b) Si la vitesse augmente, l'accélération est dans le même sens que la vitesse, donc vers le haut. On a alors

$$\begin{aligned} -705,6N + F_N &= 72kg \cdot a_y \\ -705,6N + F_N &= 72kg \cdot 2\tfrac{m}{s^2} \\ F_N &= 849,6N \end{aligned}$$

c) Si la vitesse diminue, l'accélération est dans le sens contraire de la vitesse, donc vers le bas. On a alors

$$\begin{aligned} -705,6N + F_N &= 72kg \cdot a_y \\ -705,6N + F_N &= 72kg \cdot \left(-3\tfrac{m}{s^2}\right) \\ F_N &= 489,6N \end{aligned}$$

6. a) *Les forces agissant sur l'Airbus*

Les deux seules forces qui agissent sur l'avion sont les suivantes.

1) La gravitation de 2 940 000 N vers le bas.
2) La normale vers le haut.

Somme des forces

La somme des forces en *y* est donc

$$\sum F_y = -2\,940\,000N + F_N$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, la 2e loi de Newton devient

$$\sum F_y = ma_y \quad \rightarrow \quad -2\,940\,000N + F_N = 0$$

Solution de l'équation

La solution est

$$F_N = 2\,940\,000N$$

b) *Les forces agissant sur l'Airbus*

Il y a 3 forces sur l'avion.

1) La gravitation de 2 940 000 N vers le bas.
2) La normale vers le haut.
3) La force sur les ailes de 1 764 000 N vers le haut (60 % de 2 940 000 N).

Somme des forces

La somme des forces en *y* est donc

$$\sum F_y = -2\,940\,000N + F_N + 1\,764\,000N$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération, la 2e loi de Newton devient

$$\sum F_y = ma_y \quad \rightarrow \quad -2\,940\,000N + F_N + 1\,764\,000N = 0$$

Solution de l'équation

La solution est

$$\begin{aligned} F_N &= 2\,940\,000N - 1\,764\,000N \\ &= 1\,176\,000N \end{aligned}$$

c) Comme l'avion quitte la piste, il n'y a plus de contact avec la piste, ce qui signifie qu'il n'y a plus de force de contact. La normale est donc nulle.

7. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur le bloc.

1) Une force de gravitation de 98 N vers le bas.
2) La normale (F_N) vers le haut faite par le sol.
3) La force de friction cinétique ($F_f = \mu_c F_N$) vers la gauche.

Somme des forces

La somme des forces est (avec un axe des *x* vers la droite et un axe des *y* vers le haut)

$$\sum F_x = -\mu_c F_N$$
$$\sum F_y = -98N + F_N$$

2^e^ loi de Newton

Comme toute l'accélération est en *x*, on a $a_x = a$ et $a_y = 0$.

Alors, la deuxième loi de Newton nous donne

$$\sum F_x = ma_x \quad \rightarrow \quad -\mu_c F_N = ma$$
$$\sum F_y = ma_y \quad \rightarrow \quad -98N + F_N = 0$$

Solution des équations

On peut trouver l'accélération avec la première équation. Toutefois, nous devons premièrement connaitre la normale pour trouver *a*. On la trouve avec la deuxième équation.

$$-98N + F_N = 0$$
$$F_N = 98N$$

On peut alors trouver l'accélération.

$$-\mu_c F_N = ma$$
$$-\mu_c \cdot 98N = 10kg \cdot a$$

On pourra trouver le coefficient de friction si on sait l'accélération. Or, on sait que le bloc s'arrête en 10 secondes. L'accélération est donc

$$v = v_0 + at$$
$$0\tfrac{m}{s} = 10\tfrac{m}{s} + a \cdot 4s$$
$$-10\tfrac{m}{s} = a \cdot 4s$$
$$\frac{-10\tfrac{m}{s}}{4s} = a$$
$$-2,5\tfrac{m}{s^2} = a$$

On a donc

$$-\mu_c \cdot 98N = 10kg \cdot a$$
$$-\mu_c \cdot 98N = 10kg \cdot \left(-2,5\tfrac{m}{s^2}\right)$$
$$-\mu_c \cdot 98N = -25N$$
$$\mu_c = \frac{-25N}{-98N}$$
$$\mu_c = 0,255$$

8. L'accélération de l'avion est

$$\begin{aligned} a &= -\mu_c g \\ &= -0,5 \cdot 9,8\tfrac{N}{kg} \\ &= -4,9\tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

Avec une vitesse initiale de 60 nœuds, la distance d'arrêt est

$$2a\left(x - x_0\right) = v^2 - v_0^2$$
$$2 \cdot \left(-4,9\tfrac{m}{s^2}\right) \cdot \left(x - 0m\right) = 0 - \left(30,9\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$-9,8\tfrac{m}{s^2} \cdot x = -954,81\tfrac{m^2}{s^2}$$
$$x = \frac{-954,81\tfrac{m^2}{s^2}}{-9,8\tfrac{m}{s^2}}$$
$$x = 97,4m$$
$$x = 320\,pieds$$

et le temps d'arrêt est

$$
\begin{aligned}
v &= v_0 + at \\
0 &= 30,9\tfrac{m}{s} - 4,9\tfrac{m}{s^2}\cdot t \\
-30,9\tfrac{m}{s} &= -4,9\tfrac{m}{s^2}\cdot t \\
\frac{-30,9\tfrac{m}{s}}{-4,9\tfrac{m}{s^2}} &= t \\
t &= 6,3s
\end{aligned}
$$

9. Pour que la caisse bouge, la force exercée par Hubert (600 N) doit être plus grande que la force de friction maximale.

La force de friction maximale est $\mu_s F_N$. Pour la trouver, on doit connaitre la normale.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur la caisse de 100 kg.

1) Une force de gravitation de 980 N vers le bas.
2) Une normale (F_N) vers le haut.
3) La force faite par Hubert de 600 N vers la droite.
4) La force de friction (F_f) vers la gauche.

Somme des forces

Les sommes des forces sont (axe des x vers la droite et axe des y vers le haut)

$$
\begin{aligned}
\sum F_x &= 600N - F_f \\
\sum F_y &= -980N + F_N
\end{aligned}
$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération en y, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -980N + F_N = 0$$

Solution des équations

Cette équation nous donne

$$\begin{aligned} -980N + F_N &= 0 \\ F_N &= 980N \end{aligned}$$

La friction maximale est donc

$$\begin{aligned} \mu_s F_N &= 0,6 \cdot 980N \\ &= 588N \end{aligned}$$

Puisque Hubert tire avec une force supérieure (600 N) à la friction maximale, la caisse va se déplacer.

10. a)

Pour que la caisse bouge, la force exercée (30 N) doit être plus grande que la force de friction maximale.

La force de friction maximale est $\mu_s F_N$. Pour la trouver, on doit connaitre la normale.

Les forces agissant sur l'objet

Il y a 4 forces sur le bloc de 5 kg.

1) Une force de gravitation de 49 N vers le bas.
2) Une normale (F_N) vers le haut.
3) La force de 30 N vers la droite.
4) La force de friction (F_f) vers la gauche.

Somme des forces

Les sommes des forces sont (axe des x vers la droite et axe des y vers le haut)

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 30N - F_f \\ \sum F_y &= -49N + F_N \end{aligned}$$

2^e loi de Newton

Comme il n'y a pas d'accélération en y, on a

$$\sum F_y = ma_y \qquad \rightarrow \qquad -49N + F_N = 0$$

Solution des équations

Cette équation nous donne

$$\begin{aligned} -49N + F_N &= 0 \\ F_N &= 49N \end{aligned}$$

La friction maximale est donc

$$\begin{aligned} \mu_s F_N &= 0,7 \cdot 49N \\ &= 34,3N \end{aligned}$$

Puisqu'on pousse sur le bloc avec une force inférieure (30 N) à la friction maximale, le bloc ne bouge pas.

b) Puisque la caisse ne bouge pas, elle n'accélère pas. La somme des forces en x devient alors

$$\sum F_x = 30N - F_f = 0$$

La solution de cette équation est

$$\begin{aligned} 30N - F_f &= 0 \\ F_f &= 30N \end{aligned}$$

c) Pour que la caisse bouge, la force exercée (50 N) doit être plus grande que la force de friction maximale.

On sait déjà que la force de friction maximale est de 34,3 N. Puisqu'on pousse sur le bloc avec une force supérieure (50 N) à la friction maximale, le bloc bouge.

Puisque le bloc bouge, c'est maintenant la friction cinétique qui agit sur le bloc. La friction cinétique vaut

$$\begin{aligned} \mu_c F_N &= 0,6 \cdot 49N \\ &= 29,4N \end{aligned}$$

11. *Les forces agissant sur l'objet*

Il y a 3 forces sur la boite.

1) Une force de gravitation de mg vers le bas.
2) Une force normale vers le haut.

3) Une force de friction horizontale.

Somme des forces

Les sommes des forces sont (axe des x vers la droite et axe des y vers le haut)

$$\sum F_x = F_f$$
$$\sum F_y = -mg + F_N$$

2e loi de Newton

Ici, on suppose que la boite a la même accélération que l'avion. Si la caisse et l'avion ont la même accélération, la boite ne glisse pas sur le plancher de l'avion. En supposant cette accélération, on va donc trouver la force de friction pour que la boite ne glisse pas sur le plancher du camion.

On a donc

$$\sum F_x = ma_x \qquad \to \qquad F_f = ma$$
$$\sum F_y = ma_y \qquad \to \qquad -mg + F_N = 0$$

Solution des équations

Isolons F_f dans l'équation des forces en x. On a alors

$$F_f = ma$$

Ici, on veut l'accélération maximum. On a donc

$$F_{f\max} = ma_{\max}$$

Or, la force de friction maximale est

$$F_{f\max} = \mu_s F_N$$

On a donc

$$\mu_s F_N = ma_{\max}$$

Isolons F_N dans l'équation des forces en y. On a alors

$$-mg + F_N = 0$$
$$F_N = mg$$

On a donc

$$\mu_s F_N = ma_{\max}$$
$$\mu_s mg = ma_{\max}$$
$$\mu_s g = a_{\max}$$
$$0,65 \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2} = a_{\max}$$
$$6,37 \tfrac{m}{s^2} = a_{\max}$$

L'accélération maximale de la boite est donc de 6,37 m/s². Si l'avion a une accélération plus grande que cela, la boite ne pourra pas suivre l'avion et elle va glisser.

12. a) Quand on freine au maximum, l'accélération est

$$a = -\mu_s g$$

On a donc

$$a = -0,9 \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2}$$
$$= -8,82 \tfrac{m}{s^2}$$

Puisque l'avion commence son freinage avec une vitesse de 150 nœuds, la distance d'arrêt est

$$2a\left(x - x_0\right) = v^2 - v_0^2$$
$$2 \cdot \left(-8,82 \tfrac{m}{s^2}\right) \cdot \left(x - 0m\right) = 0 - \left(77,2 \tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$-17,64 \tfrac{m}{s^2} \cdot x = -5959,84 \tfrac{m^2}{s^2}$$
$$x = \frac{-5959,84 \tfrac{m^2}{s^2}}{-17,64 \tfrac{m}{s^2}}$$
$$x = 337,9m$$
$$x = 1108 ft$$

b) Quand on freine au maximum, l'accélération est

$$a = -\mu_s g$$

On a donc

$$\begin{aligned} a &= -0,4 \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2} \\ &= -3,92 \tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

Puisque l'avion commence son freinage avec une vitesse de 150 nœuds, la distance d'arrêt est

$$\begin{gathered} 2a(x - x_0) = v^2 - v_0^2 \\ 2 \cdot \left(-3,92 \tfrac{m}{s^2}\right) \cdot (x - 0m) = 0 - \left(77,2 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\ -7,84 \tfrac{m}{s^2} \cdot x = -5959,84 \tfrac{m^2}{s^2} \\ x = \frac{-5959,84 \tfrac{m^2}{s^2}}{-7,84 \tfrac{m}{s^2}} \\ x = 760,2m \\ x = 2494 ft \end{gathered}$$

c) Quand on freine au maximum, l'accélération est

$$a = -\mu_s g$$

On a donc

$$\begin{aligned} a &= -0,3 \cdot 9,8 \tfrac{m}{s^2} \\ &= -2,94 \tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

Puisque l'avion commence son freinage avec une vitesse de 150 nœuds, la distance d'arrêt est

$$\begin{gathered} 2a(x - x_0) = v^2 - v_0^2 \\ 2 \cdot \left(-2,94 \tfrac{m}{s^2}\right) \cdot (x - 0m) = 0 - \left(77,2 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\ -5,88 \tfrac{m}{s^2} \cdot x = -5959,84 \tfrac{m^2}{s^2} \\ x = \frac{-5959,84 \tfrac{m^2}{s^2}}{-5,88 \tfrac{m}{s^2}} \\ x = 1013,6m \\ x = 3325 ft \end{gathered}$$

d) Quand on freine en bloquant les roues, l'accélération est

$$a = -\mu_c g$$

On a donc

$$\begin{aligned} a &= -0{,}8 \cdot 9{,}8 \tfrac{m}{s^2} \\ &= -7{,}84 \tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

Puisque l'avion commence son freinage avec une vitesse de 150 nœuds, la distance d'arrêt est

$$\begin{aligned} 2a\left(x - x_0\right) &= v^2 - v_0^2 \\ 2 \cdot \left(-7{,}84 \tfrac{m}{s^2}\right) \cdot \left(x - 0m\right) &= 0 - \left(77{,}2 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\ -15{,}68 \tfrac{m}{s^2} \cdot x &= -5959{,}84 \tfrac{m^2}{s^2} \\ x &= \frac{-5959{,}84 \tfrac{m^2}{s^2}}{-15{,}68 \tfrac{m}{s^2}} \\ x &= 380{,}1m \\ x &= 1247\,ft \end{aligned}$$

e) Quand on freine avec la moitié de la force maximale, on a la moitié de l'accélération qu'on aurait à la friction maximale. L'accélération est donc

$$a = -\frac{1}{2}\mu_s g$$

On a donc

$$\begin{aligned} a &= -\frac{1}{2} \cdot 0{,}9 \cdot 9{,}8 \tfrac{m}{s^2} \\ &= -4{,}41 \tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

Puisque l'avion commence son freinage avec une vitesse de 150 nœuds, la distance d'arrêt est

$$\begin{aligned}
2a(x-x_0) &= v^2 - v_0^2 \\
2\cdot\left(-4,41\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot(x-0m) &= 0-\left(77,2\tfrac{m}{s}\right)^2 \\
-8,82\tfrac{m}{s^2}\cdot x &= -5959,84\tfrac{m^2}{s^2} \\
x &= \frac{-5959,84\tfrac{m^2}{s^2}}{-8,82\tfrac{m}{s^2}} \\
x &= 675,7 \\
x &= 2217\,ft
\end{aligned}$$

13. La force de poussée du moteur est

$$\begin{aligned}
F_t &= v_{\exp} R \\
&= 3200\tfrac{m}{s}\cdot 3400\tfrac{kg}{s} \\
&= 1,088\times 10^7\,N
\end{aligned}$$

14. La force de poussée du moteur est

$$F_t = (v_{\exp} - v)R$$

Avec les données fournies, on a

$$\begin{aligned}
431\,000N &= \left(166,7\tfrac{m}{s}-0\right)\cdot R \\
431\,000N &= 166,7\tfrac{m}{s}\cdot R \\
\frac{431\,000N}{166,7\tfrac{m}{s}} &= R \\
2586\tfrac{kg}{s} &= R
\end{aligned}$$

15. La force de poussée du moteur est

$$F_t = (v_{\exp} - v)R$$

Avec les données fournies, on a

$$\begin{aligned}200\,000N &= \left(257,4\tfrac{m}{s} - 231,6\tfrac{m}{s}\right)\cdot R\\ 200\,000N &= 25,8\tfrac{m}{s}\cdot R\\ \frac{200\,000N}{25,8\tfrac{m}{s}} &= R\\ 7752\tfrac{kg}{s} &= R\end{aligned}$$

16. La force de poussée du moteur est

$$F_t = \frac{1}{2}\left(v_{\exp}^2 - v^2\right)\rho A$$

L'aire est

$$\begin{aligned}A &= \pi R^2\\ &= \pi\cdot(1m)^2\\ &= 3,14m^2\end{aligned}$$

La force de poussée est donc

$$\begin{aligned}F_t &= \frac{1}{2}\left(v_{\exp}^2 - v^2\right)\rho A\\ &= \frac{1}{2}\left(\left(50\tfrac{m}{s}\right)^2 - 0\right)\cdot 1,2\tfrac{kg}{m^3}\cdot 3,14m^2\\ &= 4712N\end{aligned}$$

17. La force de poussée du moteur est

$$F_t = \frac{1}{2}\left(v_{\exp}^2 - v^2\right)\rho A$$

L'aire est

$$\begin{aligned}A &= \pi R^2\\ &= \pi\cdot(1,5m)^2\\ &= 7,07m^2\end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}
F_t &= \frac{1}{2}\left(v_{\exp}^2 - v^2\right)\rho A \\
&= \frac{1}{2}\left(\left(79,8\tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(74,6\tfrac{m}{s}\right)^2\right)\cdot 0,9\tfrac{kg}{m^3}\cdot 7,07m^2 \\
&= 2554N
\end{aligned}$$

18. La force de poussée du moteur est

$$F_t = \frac{1}{2}\left(v_{\exp}^2 - v^2\right)\rho A$$

L'aire est

$$\begin{aligned}
A &= \pi R^2 \\
&= \pi\cdot(1m)^2 \\
&= 3,14m^2
\end{aligned}$$

On a donc

$$\begin{aligned}
F_t &= \frac{1}{2}\left(v_{\exp}^2 - v^2\right)\rho A \\
500N &= \frac{1}{2}\left(v_{\exp}^2 - \left(74,6\tfrac{m}{s}\right)^2\right)\cdot 0,9\tfrac{kg}{m^3}\cdot 3,14m^2 \\
\frac{2\cdot 500N}{0,9\tfrac{kg}{m^3}\cdot 3,14m^2} &= v_{\exp}^2 - \left(74,6\tfrac{m}{s}\right)^2 \\
353,7\tfrac{m^2}{s^2} &= v_{\exp}^2 - \left(74,6\tfrac{m}{s}\right)^2 \\
353,7\tfrac{m^2}{s^2} + \left(74,6\tfrac{m}{s}\right)^2 &= v_{\exp}^2 \\
5919\tfrac{m^2}{s^2} &= v_{\exp}^2 \\
76,9\tfrac{m}{s} &= v_{\exp}
\end{aligned}$$

19. La portance est

$$\begin{aligned}
F_L &= \frac{1}{2}C_L\rho A v^2 \\
&= \frac{1}{2}\cdot 0,6608\cdot 0,9\tfrac{kg}{m^3}\cdot 16,2m^2\cdot\left(74,6\tfrac{m}{s}\right)^2 \\
&= 26\,809N
\end{aligned}$$

20. On a

$$
\begin{aligned}
F_L &= \frac{1}{2} C_L \rho A v^2 \\
14\,000N &= \frac{1}{2} \cdot C_L \cdot 0{,}9 \tfrac{kg}{m^3} \cdot 16{,}2m^2 \cdot \left(72{,}1 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\
14\,000N &= C_L \cdot 37\,896N \\
\frac{14\,000N}{37\,896N} &= C_L \\
0{,}369 &= C_L
\end{aligned}
$$

Si on examine la table des coefficients en fonction de l'angle d'inclinaison, ce coefficient correspond à un angle d'approximativement 3,1°.

21. La force est

$$
\begin{aligned}
F_d &= \frac{1}{2} C_d A \rho v^2 \\
&= \frac{1}{2} \cdot 0{,}47 \cdot \pi \left(0{,}11m\right)^2 \cdot 1{,}3 \tfrac{kg}{m^3} \cdot \left(20 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\
&= 4{,}645N
\end{aligned}
$$

22. La vitesse limite est

$$
\begin{aligned}
v_L &= \sqrt{\frac{2mg}{C_d A \rho}} \\
&= \sqrt{\frac{2 \cdot 0{,}44kg \cdot 9{,}8 \tfrac{N}{kg}}{0{,}47 \cdot \pi \left(0{,}11m\right)^2 \cdot 1{,}3 \tfrac{kg}{m^3}}} \\
&= 19{,}27 \tfrac{m}{s}
\end{aligned}
$$

23. La vitesse limite est

$$
v_L = \sqrt{\frac{2mg}{C_d A \rho}}
$$

Si le volume est de 0,01 m³, alors l'arrête du cube a une longueur de

$$\begin{aligned} L^3 &= 0,01m^3 \\ L &= 0,21544m \end{aligned}$$

La masse du cube est

$$\begin{aligned} m &= \rho \cdot (volume) \\ &= 7320\tfrac{kg}{m^3} \cdot 0,01m^3 \\ &= 73,2kg \end{aligned}$$

La valeur de C_d étant de 1,05, la vitesse limite est

$$\begin{aligned} v_L &= \sqrt{\frac{2mg}{C_d A\rho}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot 73,2kg \cdot 9,8\frac{N}{kg}}{1,05 \cdot (0,21544m)^2 \cdot 1,3\frac{kg}{m^3}}} \\ &= 150,5\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

24. La force est

$$F_d = \frac{1}{2}C_d A\rho v^2$$

Pour la trouver, il nous faut le coefficient de trainée de l'avion. Ce coefficient est

$$\begin{aligned} C_d &= C_{d0} + \frac{C_L^2 A}{e\pi S^2} \\ &= 0,031 + \frac{(0,626)^2 \cdot 442m^2}{0,73 \cdot \pi \cdot (64,75m)^2} \\ &= 0,031 + 0,018 \\ &= 0,049 \end{aligned}$$

La trainée est donc

$$\begin{aligned} F_d &= \frac{1}{2} C_d A \rho v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,049 \cdot 442 m^2 \cdot 0,302 \tfrac{kg}{m^3} \cdot \left(247,0 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\ &= 199\,521 N \end{aligned}$$

25. a) La force est

$$F_d = \frac{1}{2} C_d A \rho v^2$$

Pour la trouver, il nous faut le coefficient de trainée de l'avion. Ce coefficient est

$$\begin{aligned} C_d &= C_{d0} + \frac{C_L^2 A}{e \pi S^2} \\ &= 0,027 + \frac{(0,661)^2 \cdot 16,2 m^2}{0,75 \cdot \pi \cdot (11 m)^2} \\ &= 0,027 + 0,025 \\ &= 0,052 \end{aligned}$$

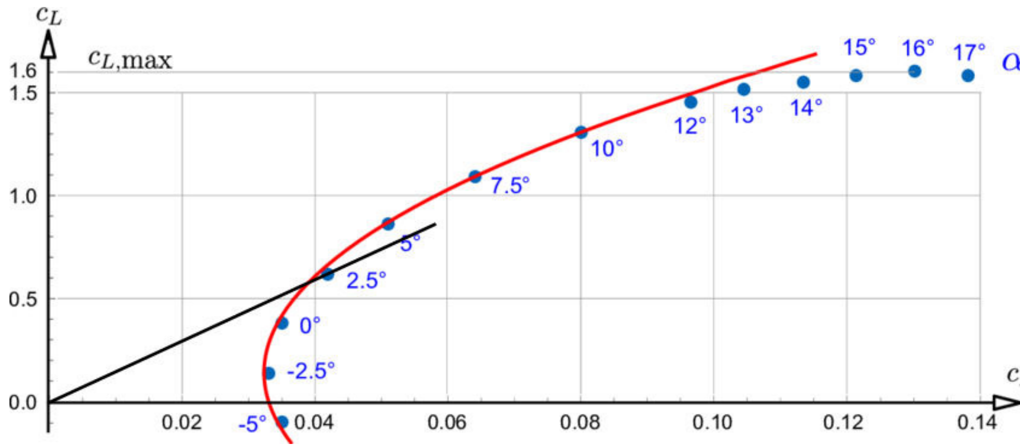
La trainée est donc

$$\begin{aligned} F_d &= \frac{1}{2} C_d A \rho v^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,052 \cdot 16,2 m^2 \cdot 0,9 \tfrac{kg}{m^3} \cdot \left(74,6 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\ &= 2110 N \end{aligned}$$

b) La finesse maximale est

$$\begin{aligned} f_{\max} &= \frac{S}{2} \sqrt{\frac{\pi e}{C_{d0} A}} \\ &= \frac{11 m}{2} \sqrt{\frac{\pi \cdot 0,75}{0,027 \cdot 16,2 m^2}} \\ &= 12,8 \end{aligned}$$

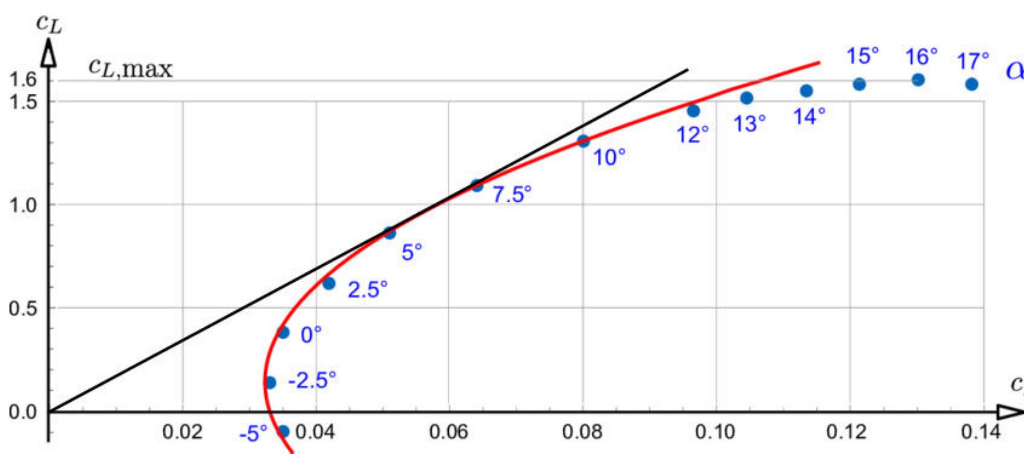
26. a) Pour trouver la finesse, il faut tracer une droite qui passe par l'origine et le point correspondant à un angle de 2,5°.



La finesse est la pente de cette droite. La pente est

$$\begin{aligned} finesse &= \frac{0,62}{0,042} \\ &= 14,7 \end{aligned}$$

b) Pour trouver la finesse maximale, il faut tracer une droite qui passe par l'origine et qui a la plus grande pente possible.



La finesse maximale est la pente de cette droite. La pente est

$$\begin{aligned} finesse_{\max} &= \frac{1,0}{0,058} \\ &= 17,2 \end{aligned}$$

c) Selon ce qu'on peut voir sur le graphique, la finesse maximale se produit à un angle se situant entre 5° et 7,5°, peut-être un peu plus près de 5° que de 7,5°. On pourrait donc dire 6°.