Solutionnaire du chapitre 1

1. La vitesse moyenne est

$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

En mettant la distance en mètre et le temps en secondes, on a

$$\begin{aligned}\overline{v} &= \frac{384\,400\,000m}{262\,140s} \\ &= 1466,4\,\tfrac{m}{s} \\ &= 5279\,\tfrac{km}{h}\end{aligned}$$

2. On trouve la distance avec la vitesse moyenne de DC 3

$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

La vitesse moyenne est de

$$\frac{180kn}{1,943} = 92,64\,\tfrac{m}{s}$$

et le temps est

$$\begin{aligned}\Delta t &= 17h \cdot 3600 + 30\min \cdot 60 \\ &= 63\,000s\end{aligned}$$

La distance est donc

$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

$$92,64\,\tfrac{m}{s} = \frac{\Delta x}{63\,000s}$$

$$\Delta x = 5\,836\,320m = 5836,3km$$

Avec cette distance, on peut maintenant trouver le temps de traversée de Lindberg. La vitesse moyenne de Lindberg fut de

$$\frac{94kn}{1,943} = 48,38\tfrac{m}{s}$$

Le temps de traversée est donc de

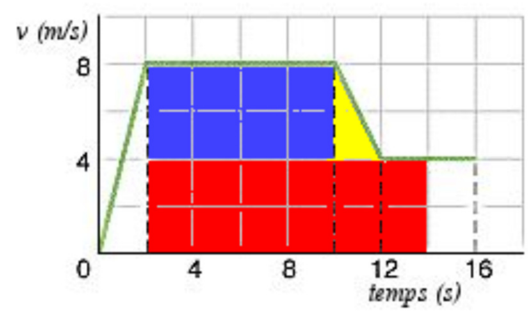
$$\begin{aligned} \overline{v} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ 48,38\tfrac{m}{s} &= \frac{5\,836\,320m}{\Delta t} \\ \Delta t &= 120\,635s \end{aligned}$$

La différence de temps est donc

$$t = 120\,635s - 63\,000s = 57\,635s$$

Ce qui représente 960 min et 35 secondes, soit 16 h 0 min 35 s. Arrondissons à 16 h 0 min.

3. On trouve le déplacement avec l'aire sous la courbe. Cette aire est



L'aire du rectangle rouge est 4 m/s x 12 s = 48 m.

L'aire du rectangle bleu est 4 m/s x 8 s = 32 m.

L'aire du triangle jaune est ½ (4 m/s x 2 s) = 4 m.

L'aire totale étant de 84 m, le déplacement est de 84 m.

4. On a

$$x = x_0 + vt$$

En posant que la position initiale de Richard était à $x = 0$, on a

$$x = x_0 + vt$$
$$10\,000m = 0m + 28{,}83\tfrac{m}{s} \cdot t$$
$$t = 480s = 8\min 0s$$

5. Le temps de collision est

$$t = \frac{L}{v_1 - v_2}$$
$$t = \frac{4000m}{555{,}6\tfrac{m}{s} - -694{,}4\tfrac{m}{s}}$$
$$t = 3{,}2s$$

6. Calculons premièrement combien de temps il faut à Nicole pour atteindre la voiture. En partant de $x = 0$ m, elle doit arriver à $x = 100$ m avec une vitesse de 15 km/h. Le temps est donc

$$x = x_0 + vt$$
$$100m = 0m + 4{,}167\tfrac{m}{s} \cdot t$$
$$t = 24s$$

On peut trouver ensuite combien il fait de temps pour que les ours rattrapent Nicole. Ce temps est

$$t = \frac{L}{v_1 - v_2}$$
$$t = \frac{30m}{6{,}944\tfrac{m}{s} - 4{,}167\tfrac{m}{s}}$$
$$t = 10{,}8s$$

Comme les ours la rattrapent avant qu'elle arrive à la voiture, la petite Nicole doit gentiment redonner le poisson aux grizzlys.

7. Séparons ce mouvement en deux parties à vitesse constante. Si on pose que Dieudonné partait à la position $x = 0$ m, alors sa position à la fin de la première partie est

$$\begin{aligned} x &= x_0 + vt \\ &= 0km + 220\tfrac{km}{h} \cdot 4h \\ &= 880km \end{aligned}$$

En prenant cette position comme position initiale de la deuxième partie, la position à la fin de la deuxième partie est

$$\begin{aligned} x &= x_0 + vt \\ &= 880km + 360\tfrac{km}{h} \cdot 2h \\ &= 1600km \end{aligned}$$

Son déplacement est donc de 1600 km.

Sa vitesse moyenne est de

$$\begin{aligned} \overline{v} &= \frac{\Delta x}{\Delta t} \\ &= \frac{1600km}{6h} \\ &= 266,7\tfrac{km}{h} \\ &= 143,99kn \end{aligned}$$

8. Séparons ce mouvement en deux parties à vitesse constante. Si on pose que Phil partait à la position $x = 0$ m, alors sa position à la fin de la première partie est

$$\begin{aligned} x &= x_0 + vt \\ &= 0m + 100\tfrac{m}{s} \cdot 80s \\ &= 8000m \end{aligned}$$

Le déplacement durant cette partie est donc de 8000 m.

En prenant cette position comme position initiale de la deuxième partie, la position à la fin de la deuxième partie est

$$\begin{aligned} x &= x_0 + vt \\ &= 8000m + \left(-80\tfrac{m}{s}\right) \cdot 15s \\ &= 6800m \end{aligned}$$

Le déplacement durant cette partie est donc de

$$\Delta x = x_f - x_i = 6800m - 8000m = -1200m$$

Son déplacement total est donc

$$\Delta x = x_f - x_i = 6800m - 0m = 6800m$$

et la distance totale est de

$$d = 8000m + 1200m = 9200m$$

Sa vitesse moyenne est de

$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{6800m}{95s} = 71,58 \tfrac{m}{s}$$

et sa vitesse scalaire moyenne est de

$$\overline{v}_{scalaire} = \frac{\text{distance}}{\Delta t} = \frac{9200m}{95s} = 96,84 \tfrac{m}{s}$$

9. a)

À t = 0 s, la position est x = 0 m. À t = 9 s, la position est x = -8 m. Le déplacement est donc

$$\Delta x = x_f - x_i = -8m - 0m = -8m$$

b) Calculons le déplacement pour chaque partie où la vitesse est constante, donc pour chaque partie où la pente est constante.

À t = 0 s, la position est x = 0 m. À t = 3 s, la position est x = 8 m. Le déplacement est donc

$$\Delta x = x_f - x_i = 8m - 0m = 8m$$

À t = 3 s, la position est x = 8 m. À t = 3 s, la position est x = 8 m. Le déplacement est donc nul.

À t = 5 s, la position est x = 8 m. À t = 9 s, la position est x = -8 m. Le déplacement est donc

$$\Delta x = x_f - x_i = -8m - 8m = -16m$$

La distance est la somme des valeurs absolues des déplacements.

Distance = 8 m + 0 m + 16 m = 24 m

c) À t = 3 s, la position est x = 8 m. À t = 9 s, la position est x = -8 m. Le déplacement est donc

$$\Delta x = x_f - x_i = -8m - 8m = -16m$$

La vitesse moyenne est donc

$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-16m}{9s - 3s} = -2{,}67 \tfrac{m}{s}$$

d) La vitesse à t = 1 s est égale à la pente du graphique à t = 1 s. Comme c'est une droite on peut prendre deux points sur cette droite pour calculer la pente. Prenons les points (0 s, 0 m) et (3 s, 8 m). La vitesse est donc

$$v = pente = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{8m - 0m}{3s - 0s} = 2{,}67 \tfrac{m}{s}$$

e) La vitesse à t = 8 s est égale à la pente du graphique à t = 8 s. Comme c'est une droite on peut prendre deux points sur cette droite pour calculer la pente. Prenons les points (7 s, 0 m) et (9 s, -8 m). La vitesse est donc

$$v = pente = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{-8m - 0m}{9s - 7s} = -4 \tfrac{m}{s}$$

10. Pour trouver la vitesse moyenne entre t = 0 s et t = 20 s, il faut trouver la position à ces deux moments. À t = 0 s, la position est

$$\begin{aligned} x &= 4 \tfrac{m}{s^2} \cdot (0s)^2 - 50 \tfrac{m}{s} \cdot 0s + 100m \\ &= 100m \end{aligned}$$

À t = 20 s, la position est

$$\begin{aligned} x &= 4 \tfrac{m}{s^2} \cdot (20s)^2 - 50 \tfrac{m}{s} \cdot 20s + 100m \\ &= 700m \end{aligned}$$

La vitesse moyenne est donc de

$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{700m - 100m}{20s - 0s} = 30\tfrac{m}{s}$$

11. L'accélération est

$$\overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27,78\tfrac{m}{s} - 0\tfrac{m}{s}}{3,05s} = 9,11\tfrac{m}{s^2}$$

12. L'accélération est

$$\overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{0\tfrac{m}{s} - 64,33\tfrac{m}{s}}{1,2s} = -53,61\tfrac{m}{s^2}$$

13. a)
À t = 0 s, la vitesse est v = 0 m/s. À t = 4 s, la vitesse est v = 8 m/s. L'accélération moyenne est donc

$$\overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8\tfrac{m}{s} - 0\tfrac{m}{s}}{4s - 0s} = 2\tfrac{m}{s^2}$$

b) À t = 10 s, la vitesse est v = 8 m/s. À t = 12 s, la vitesse est v = 4 m/s. L'accélération moyenne est donc

$$\overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4\tfrac{m}{s} - 8\tfrac{m}{s}}{12s - 10s} = -2\tfrac{m}{s^2}$$

c) t = 4 s, la vitesse est v = 8 m/s. À t = 8 s, la vitesse est v = 8 m/s. L'accélération moyenne est donc

$$\overline{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8\tfrac{m}{s} - 8\tfrac{m}{s}}{8s - 4s} = 0\tfrac{m}{s^2}$$

d) L'accélération à t = 1 s est égale à la pente du graphique à t = 1 s. Comme c'est une droite, on peut prendre deux points sur cette droite pour calculer la pente. Prenons les points (0 s, 0 m/s) et (2 s, 8 m/s). L'accélération est donc

$$v = pente = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{8\tfrac{m}{s} - 0\tfrac{m}{s}}{2s - 0s} = 4\tfrac{m}{s^2}$$

e) L'accélération à t = 14 s est égale à la pente du graphique à t = 14 s. Comme c'est une droite de pente nulle, l'accélération est nulle.

14. On trouve la réponse en examinant si la pente augmente ou diminue au moment demandé.

15. a) La distance parcourue est

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ &= 0m + 0m + \frac{1}{2} \cdot 2{,}7 \tfrac{m}{s^2} \cdot (30s)^2 \\ &= 1215m \end{aligned}$$

b) La vitesse est

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ &= 0 \tfrac{m}{s} + 2{,}7 \tfrac{m}{s^2} \cdot 30s \\ &= 81 \tfrac{m}{s} \\ &= 157{,}4km \end{aligned}$$

16. a) Le temps est donné par la formule

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \frac{1}{2}(v_0 + v) t \\ 100m &= 0m + \frac{1}{2} \cdot \left(25 \tfrac{m}{s} + 15 \tfrac{m}{s}\right) \cdot t \\ t &= 5s \end{aligned}$$

b) L'accélération est

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ 15 \tfrac{m}{s} &= 25 \tfrac{m}{s} + a \cdot 5s \\ a &= -2 \tfrac{m}{s^2} \end{aligned}$$

c) La vitesse au troisième poteau est donnée par

$$2a\left(x-x_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-2\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(200m-0m\right)=v^2-\left(25\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$v^2=-175\tfrac{m^2}{s^2}$$

Comme il n'y a pas de solution, l'avion ne se rend pas jusqu'au troisième poteau.

17. a) On trouve l'accélération avec

$$x=x_0+v_0t+\frac{1}{2}at^2$$
$$1600m=1400m+5\tfrac{m}{s}\cdot 25s+\frac{1}{2}\cdot a\cdot\left(25s\right)^2$$
$$a=0,24\tfrac{m}{s^2}$$

b) La vitesse à la fin de la course est

$$\begin{aligned}v&=v_0+at\\&=5\tfrac{m}{s}+0,24\tfrac{m}{s}\cdot 25s\\&=11\tfrac{m}{s}\end{aligned}$$

(D'accord, c'est un peu rapide pour terminer un 1600 m…)

18. La distance est

$$2a\left(x-x_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-0,2\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(x-0m\right)=\left(9,65\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(10\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$x=17,19m$$

19. On trouve la vitesse avec

$$x=x_0+\frac{1}{2}\left(v_0+v\right)t$$
$$30m=0m+\frac{1}{2}\cdot\left(v_0+20\tfrac{m}{s}\right)\cdot 1,2s$$
$$v_0=30\tfrac{m}{s}$$

20. On trouve l'accélération avec

$$2a\left(x-x_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot a\cdot\left(32m-0m\right)=\left(24\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(30\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$a=-5,0625\tfrac{m}{s^2}$$

La distance de freinage avec une vitesse initiale de 42 m/s sera donc de

$$2a\left(x-x_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-5,0625\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(x-0m\right)=\left(0\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(42\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$x=174,2m$$

21. Il y a deux parties à ce mouvement : une première partie où il n'y a pas d'accélération qui dure 0,5 s et une deuxième partie où la voiture ralentit.

La position à la fin de la première partie est

$$\begin{aligned}x&=x_0+v_0t\\&=0m+30\tfrac{m}{s}\cdot 0,5s\\&=15m\end{aligned}$$

On utilise cette position comme position initiale de la deuxième partie. On a alors

$$2a\left(x-x_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-4\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(x-15m\right)=\left(0\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(30\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$x=127,5m$$

Comme l'orignal était à 100 m de la voiture, elle frappe l'orignal.

22. Il y a deux phases à ce mouvement.

Première phase : seule la première fusée accélère

a_1 = 5 m/s² a_2 = 0 m/s² durée = 2 s.

À la fin de cette phase, la position et la vitesse de la première fusée est

$$x_1 = x_{10} + v_{10}t + \frac{1}{2}a_1t^2$$
$$= 0m + 0m + \frac{1}{2}\cdot 5\tfrac{m}{s^2}\cdot(2s)^2$$
$$= 10m$$

$$v_1 = v_{10} + a_1t$$
$$= 0\tfrac{m}{s} + 5\tfrac{m}{s^2}\cdot 2s$$
$$= 10\tfrac{m}{s}$$

Quant à la fusée 2, elle reste à x = 0 m et sa vitesse reste nulle pendant toute cette phase.

Deuxième phase : Les deux fusées accélèrent

a_1 = 5 m/s² a_2 = 6 m/s²

Les positions des fusées durant cette phase sont

$$x_1 = x_{10} + v_{10}t + \frac{1}{2}a_1t^2 \qquad x_2 = x_{20} + v_{20}t + \frac{1}{2}a_2t^2$$
$$= 10m + 10\tfrac{m}{s}\cdot t + \frac{1}{2}\cdot 5\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2 \qquad = 0m + 0m + \frac{1}{2}\cdot 6\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$
$$= 10m + 10\tfrac{m}{s}\cdot t + 2,5\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2 \qquad = 3\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$

Quand la fusée 2 rattrape la fusée 1, elles sont à la même place ($x_1 = x_2$). On a donc

$$x_1 = x_2$$
$$10m + 10\tfrac{m}{s}\cdot t + 2,5\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2 = 3\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2$$
$$10m + 10\tfrac{m}{s}\cdot t - 0,5\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2 = 0$$

Quand on résout cette équation quadratique, on a les solutions

$$t = \frac{-10\tfrac{m}{s} \pm \sqrt{\left(10\tfrac{m}{s}\right)^2 - 4\cdot\left(-0,5\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot 10m}}{2\cdot\left(-0,5\tfrac{m}{s^2}\right)} \begin{array}{l} \nearrow t = -0,954s \\ \\ \searrow t = 20,954s \end{array}$$

La fusée 2 rattrape la fusée 1 20,954 s après le départ de la fusée 2 ou 22,954 s après le départ de la fusée 1.

La position des fusées est alors

$$\begin{aligned} x_2 &= 3\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2 \\ &= 3\tfrac{m}{s^2}\cdot\left(20{,}954s\right)^2 \\ &= 1317m \end{aligned}$$

23. a) La vitesse est donnée par (axe positif vers le bas, $y_0 = 0$ au départ)

$$\begin{aligned} 2a\left(y-y_0\right) &= v^2 - v_0^2 \\ 2\cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2}\cdot\left(12m-0m\right) &= v^2 - \left(0\tfrac{m}{s}\right)^2 \\ v &= 15{,}34\tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

b) Le temps de chute est (axe positif vers le bas, $y_0 = 0$ au départ)

$$\begin{aligned} y &= y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ 12m &= 0m + 0m + \frac{1}{2}\cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2}\cdot t^2 \\ t &= 1{,}565s \end{aligned}$$

24. (Dans ce problème, on utilise un axe positif vers le haut, $y_0 = 0$ au départ.)

a) À la hauteur maximale, la vitesse est nulle, on a donc

$$\begin{aligned} 2a\left(y-y_0\right) &= v^2 - v_0^2 \\ 2\cdot\left(-9{,}8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(y-0m\right) &= \left(0\tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(28\tfrac{m}{s}\right)^2 \\ y &= 40m \end{aligned}$$

b) On trouve le temps avec la formule suivante.

$$\begin{aligned} y &= y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2 \\ 25m &= 0m + 28\tfrac{m}{s}\cdot t + \frac{1}{2}\cdot\left(-9{,}8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot t^2 \end{aligned}$$

Si on résout cette équation quadratique, on trouve les solutions

t = 1,108 s et t = 4,607 s

Ces deux réponses sont bonnes.

c) On trouve le temps avec la formule suivante.

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$
$$-25m = 0m + 28\tfrac{m}{s} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right) \cdot t^2$$

Si on résout cette équation quadratique, on trouve les solutions

t = -0,785 s s et t = 6,499 s

Seule la deuxième réponse est bonne.

d) On utilise la formule

$$2a\left(y - y_0\right) = v^2 - v_0^2$$
$$2 \cdot \left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right) \cdot \left(20m - 0m\right) = v^2 - \left(28\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$v = \pm 19,8\tfrac{m}{s}$$

Les deux réponses sont bonnes.

e) Il y a deux possibilités ici puisque la vitesse peut être positive ou négative.

Si la vitesse est positive, on a

$$v = v_0 + at$$
$$10\tfrac{m}{s} = 28\tfrac{m}{s} + \left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right) \cdot t$$
$$t = 1,837s$$

Si la vitesse est négative, on a

$$v = v_0 + at$$
$$-10\tfrac{m}{s} = 28\tfrac{m}{s} + \left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right) \cdot t$$
$$t = 3,878s$$

f) Il y a deux possibilités ici puisque la vitesse peut être positive ou négative.

Si la vitesse est positive, on a

$$2a\left(y-y_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(y-0m\right)=\left(12\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(28\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$y=32,65m$$

Si la vitesse est négative, on a

$$2a\left(y-y_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(y-0m\right)=\left(-12\tfrac{m}{s}\right)^2-\left(28\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$y=32,65m$$

C'est la même hauteur.

g) On trouve la vitesse avec

$$2a\left(y-y_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(-80m-0m\right)=v^2-\left(28\tfrac{m}{s}\right)^2$$
$$v=-48,50\tfrac{m}{s}$$

On garde seulement la réponse négative, car la pierre va vers le bas.

h) Le temps de vol est

$$v=v_0+at$$
$$-48,50\tfrac{m}{s}=28\tfrac{m}{s}+\left(-9,8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot t$$
$$t=7,806s$$

25. (Dans ce problème, on utilise un axe positif vers le bas, $y_0=0$ au départ.)

On a

$$2a\left(y-y_0\right)=v^2-v_0^2$$
$$2\cdot\left(9,8\tfrac{m}{s^2}\right)\cdot\left(10m-0m\right)=\left(24\tfrac{m}{s}\right)^2-v_0^2$$
$$v=\pm19,49\tfrac{m}{s}$$

Les deux réponses sont bonnes. Tryphon a pu lancer la balloune vers le haut ou vers le bas.

26. (Dans ce problème, on utilise un axe positif vers le haut, $y_0 = 0$ au départ.)

On trouve la vitesse avec

$$2a(y - y_0) = v^2 - v_0^2$$
$$2 \cdot \left(-9{,}8\tfrac{m}{s^2}\right) \cdot (80m - 0m) = \left(0\tfrac{m}{s}\right)^2 - v_0^2$$
$$v = 39{,}6\tfrac{m}{s}$$

27. (Dans ce problème, on utilise un axe positif vers le haut, $y_0 = 0$ au départ.)

On a

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$
$$0m = 0m + v_0 t + \frac{1}{2} \cdot \left(-9{,}8\tfrac{m}{s^2}\right) \cdot t^2$$
$$v_0 \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2} \cdot t^2$$
$$v_0 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2} \cdot t$$
$$v_0 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}8\tfrac{m}{s^2} \cdot 12s$$
$$v_0 = 58{,}8\tfrac{m}{s}$$

28. (Dans ce problème, on utilise un axe positif vers le haut, $y_0 = 0$ au départ.)

Il y a deux phases à ce mouvement : une accélération de 4 m/s² vers le haut pendant 20 s, puis une accélération de 9,8 m/s² vers le bas quand les moteurs s'arrêtent.

Première phase : a = 4 m/s²

À la fin de cette phase, on a

$$\begin{aligned} x &= x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ &= 0m + 0m + \frac{1}{2} \cdot 4 \tfrac{m}{s^2} \cdot (20s)^2 \\ &= 800m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= v_0 + at \\ &\ 0 \tfrac{m}{s} + 4 \tfrac{m}{s^2} \cdot 20s \\ &= 80 \tfrac{m}{s} \end{aligned}$$

<u>Deuxième phase : a = -9,8 m/s²</u>

Les valeurs finales de la phase 1 sont les valeurs initiales de cette deuxième phase.

Au point le plus haut, la vitesse est nulle. On trouve donc la hauteur maximale avec

$$\begin{gathered} 2a(y - y_0) = v^2 - v_0^2 \\ 2 \cdot \left(-9,8 \tfrac{m}{s^2}\right) \cdot (y - 800m) = \left(0 \tfrac{m}{s}\right)^2 - \left(80 \tfrac{m}{s}\right)^2 \\ y = 1127m \end{gathered}$$

Le temps écoulé durant cette phase pour que la fusée revienne au sol est

$$\begin{gathered} y = y_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \\ 0m = 800m + 80 \tfrac{m}{s} \cdot t + \frac{1}{2} \cdot \left(-9,8 \tfrac{m}{s^2}\right) \cdot t^2 \end{gathered}$$

Cette équation quadratique nous donne

t = -6,999 s et t = 23,326 s

Seule la réponse positive est acceptable.

Le temps de vol total est la somme des temps des deux étapes du mouvement. Le temps total est donc 20 s + 23,326 s = 43,326 s.