Fiche n° 10. Cinématique

Réponses

10.1 a) .... $\boxed{1\,\text{h}\;6\,\text{min}\;40\,\text{s}}$

10.1 b) .... $\boxed{8\,\text{min}\;20\,\text{s}}$

10.2 a) .... $\boxed{a_0 \times \tau_1}$

10.2 b) .... $\boxed{\dfrac{a_0 \times {\tau_1}^2}{2}}$

10.2 c) .... $\boxed{a_0 \times \tau_1 \times \left(\dfrac{\tau_1}{2} + \tau_2\right)}$

10.3 .... $\boxed{\text{c}}$

10.4 .... $\boxed{\text{b}}$

10.5 a) .... $\boxed{a(\cos(\theta)\vec{e_x} + \sin(\theta)\vec{e_y})}$

10.5 b) .... $\boxed{a\left(\cos(\theta)\vec{e_x} + \left(\sin(\theta) + \dfrac{b}{a}\right)\vec{e_y}\right)}$

10.5 c) .... $\boxed{a\left(2\cos(\theta)\vec{e_x} + \left(2\sin(\theta) + \dfrac{b}{a}\right)\vec{e_y}\right)}$

10.5 d) .... $\boxed{-b\vec{e_y}}$

10.6 a) .... $\boxed{r(\cos(\theta)\vec{e_x} + \sin(\theta)\vec{e_y})}$

10.6 b) .... $\boxed{r\vec{e_r}}$

10.6 c) .... $\boxed{r(\cos(\theta)\vec{e_x} + \sin(\theta)\vec{e_y}) + z\vec{e_z}}$

10.6 d) .... $\boxed{r\vec{e_r} + z\vec{e_z}}$

10.7 a) .... $\boxed{|r\sin(\theta)|}$

10.7 b) .... $\boxed{r\sin(\theta)(\cos(\varphi)\vec{e_x} + \sin(\varphi)\vec{e_y})}$

10.7 c) .... $\boxed{r\sin(\theta)(\cos(\varphi)\vec{e_x} + \sin(\varphi)\vec{e_y}) + r\cos(\theta)\vec{e_z}}$

10.7 d) .... $\boxed{r\vec{e_r}}$

10.7 e) .... $\boxed{\cos(\theta)\,\vec{e_r} - \sin(\theta)\,\vec{e_\theta}}$

10.8 a) .... $\boxed{49{,}4\,\text{km}\cdot\text{h}^{-1}}$

10.8 b) .... $\boxed{8{,}0\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}}$

10.9 a) .... $\boxed{a\omega(-\sin(\omega t)\vec{e_x} + \cos(\omega t)\vec{e_y}) + b\vec{e_z}}$

10.9 b) .... $\boxed{\sqrt{(a\omega)^2 + b^2}}$

10.9 c) .... $\boxed{-a\omega^2(\cos(\omega t)\vec{e_x} + \sin(\omega t)\vec{e_y})}$

10.9 d) .... $\boxed{a\omega^2}$

10.10 a) .... $\boxed{\cos\theta\vec{e_x} + \sin\theta\vec{e_y}}$

10.10 b) .... $\boxed{\dfrac{\mathrm{d}\vec{e_r}}{\mathrm{d}t} = \dot{\theta}(-\sin\theta\vec{e_x} + \cos\theta\vec{e_y})}$

10.10 c) .... $\boxed{\vec{e_x} = \cos\theta\vec{e_r} - \sin\theta\vec{e_\theta}}$

10.10 d) .... $\boxed{\vec{e_y} = \sin\theta\vec{e_r} + \cos\theta\vec{e_\theta}}$

10.10 e) .... $\boxed{\dfrac{\mathrm{d}\vec{e_r}}{\mathrm{d}t} = \dot{\theta}\vec{e_\theta}}$

10.11 a) .... $\boxed{\dfrac{L}{T}}$

10.11 b) .... $\boxed{\dfrac{1}{T^2}}$

10.11 c) .... $\boxed{a\vec{e_r}}$

10.11 d) .... $\boxed{2abt^2\vec{e_\theta}}$

10.11 e) .... $\boxed{a\vec{e_r} + 2abt^2\vec{e_\theta}}$

10.12 a) .... $\boxed{r_0\mathrm{e}^{-t/\tau}\left(-\dfrac{1}{\tau}\vec{e_r} + \omega\vec{e_\theta}\right)}$

10.12 b) .... $\boxed{r_0\mathrm{e}^{-t/\tau}\left(\left(\dfrac{1}{\tau^2} - \omega^2\right)\vec{e_r} - \left(2\dfrac{\omega}{\tau}\right)\vec{e_\theta}\right)}$

10.12 c) .... $\boxed{\text{orthoradiale}}$

10.12 d) .... $\boxed{\text{décéléré}}$

10.12 e) .... $\boxed{r = r_0\mathrm{e}^{-\theta}}$

10.13 a) .... $\boxed{-at + v_0}$

10.13 b) .... $\boxed{at}$

10.13 c) .... $\boxed{-\dfrac{1}{2}at^2 + v_0 t}$

10.13 d) .... $\boxed{\dfrac{1}{2}at^2 + L}$

10.13 e) .... $\boxed{67\,\text{cm}}$

10.14 a) .... $\boxed{v_{0x}t}$

10.14 b) .... $\boxed{-\dfrac{1}{2}gt^2 + v_{0z}t}$

10.14 c) .... $\boxed{z = -\dfrac{g}{2v_{0x}^2}x^2 + \dfrac{v_{0z}}{v_{0x}}x}$

10.15 a) .... $\boxed{1{,}7\,\text{s}}$

10.15 b) .... $\boxed{2{,}9\,\text{m}}$

Corrigés

10.1 a) La voiture avance à vitesse constante. Pour parcourir 100 km, il lui faudra le temps

$$\tau = \frac{100\,\text{km}}{90\,\text{km}\cdot\text{h}^{-1}} = 1{,}11\,\text{h} = 1\,\text{h}\ 6\,\text{min}\ 40\,\text{s}.$$

....

10.1 b) Pour parcourir 100 km à $80\,\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, il lui faudrait le temps $\tau' = \dfrac{100\,\text{km}}{80\,\text{km}\cdot\text{h}^{-1}} = 1{,}25\,\text{h}$. Le temps de trajet serait donc allongé de $\Delta t = \tau' - \tau = 0{,}14\,\text{h} = 8\,\text{min}\ 20\,\text{s}$.

....

10.2 a) L'accélération est constante durant le temps τ_1 et la vitesse initiale est nulle. La vitesse à un instant t vaut donc $v(t) = a_0 \times t$, d'où $v_1 = v(\tau_1) = a_0 \times \tau_1$.

....

10.2 b) Pour $t \in [0, \tau_1]$, la vitesse est décrite par l'équation : $v(t) = a_0 \times t$. La distance parcourue à la date t, s'écrit donc $d(t) = \dfrac{1}{2}a_0 \times t^2$. Ainsi, on a $d_1 = d(\tau_1) = \dfrac{a_0 \times {\tau_1}^2}{2}$.

....

10.2 c) La distante totale parcourue est $d_{\text{tot}} = d_1 + d_2$ avec d_1 évaluée à la question précédente et d_2 la distance parcourue par le véhicule dans la seconde phase du mouvement où il progresse à vitesse constante.

Or, on a $d_2 = v_1 \times \tau_2$. Ainsi, on a $d_{\text{tot}} = a_0 \times \tau_1 \times \left(\dfrac{\tau_1}{2} + \tau_2\right)$.

....

10.3 À $t = 0$, l'avion a une vitesse nulle. Sa vitesse au temps t s'écrit alors $v(t) = a \times t$ et la distance qu'il parcourt, vaut $d(t) = \dfrac{1}{2}a \times t^2$.

D'abord le temps t_d où l'avion atteint la vitesse v_d vaut $t_d = \dfrac{v_d}{a}$.

Pour faire l'application numérique, il nous faut exprimer la vitesse v_d en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$: on a

$$v_d = \frac{180 \times 10^3\,\text{m}}{3\,600\,\text{s}} = 50\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ et donc } t_d = \frac{50\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{2{,}5\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}} = 20\,\text{s}.$$

La longueur de la piste correspond à la distance parcourue pendant cette durée : c'est

$$L = \frac{1}{2}a \times {t_d}^2 = \frac{{v_d}^2}{2a} = \frac{(50\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1})^2}{2 \times 2{,}5\,\text{m}\cdot\text{s}^{-2}} = 500\,\text{m}.$$

10.4 La vitesse de la voiture à un instant t s'écrit $v(t) = v_i - a \times t$ avec

$$v_i = 110\,\mathrm{km \cdot h^{-1}} = \frac{110 \times 10^3\,\mathrm{m}}{3\,600\,\mathrm{s}} = 30{,}6\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}.$$

Ainsi, le véhicule s'arrêtera à la date t_a telle que $v_i - a \times t = 0\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$. On a $t_a = \dfrac{v_i}{a} = \dfrac{30{,}6\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}}{10\,\mathrm{m \cdot s^{-2}}} = 3{,}06\,\mathrm{s}$.

La distance parcourue pendant le freinage vaut $d(t) = v_i \times t - \dfrac{1}{2} a \times t^2$.

La distance d'arrêt d_a correspond à la distance parcourue pendant la durée t_a : c'est $d_a = \dfrac{{v_i}^2}{2a} = 46{,}7\,\mathrm{m}$.

10.5 a) On a $\overrightarrow{\mathrm{OA}} = a(\cos(\theta)\overrightarrow{e_x} + \sin(\theta)\overrightarrow{e_y})$.

10.5 b) On a $\overrightarrow{\mathrm{OB}} = \overrightarrow{\mathrm{OA}} + \overrightarrow{\mathrm{AB}} = a\left(\cos(\theta)\overrightarrow{e_x} + \left(\sin(\theta) + \dfrac{b}{a}\right)\overrightarrow{e_y}\right)$.

10.5 c) On a $\overrightarrow{\mathrm{OA}} + \overrightarrow{\mathrm{OB}} = a\left(2\cos(\theta)\overrightarrow{e_x} + \left(2\sin(\theta) + \dfrac{b}{a}\right)\overrightarrow{e_y}\right)$.

10.5 d) On a $\overrightarrow{\mathrm{OA}} - \overrightarrow{\mathrm{OB}} = \overrightarrow{\mathrm{BA}} = -b\overrightarrow{e_y}$.

10.6 a) On a $\overrightarrow{\mathrm{OM'}} = r(\cos(\theta)\overrightarrow{e_x} + \sin(\theta)\overrightarrow{e_y})$.

10.6 b) On a $\overrightarrow{\mathrm{OM'}} = r\overrightarrow{e_r}$.

10.6 c) On a $\overrightarrow{\mathrm{OM}} = r(\cos(\theta)\overrightarrow{e_x} + \sin(\theta)\overrightarrow{e_y}) + z\overrightarrow{e_z}$.

10.6 d) On a $\overrightarrow{\mathrm{OM}} = r\overrightarrow{e_r} + z\overrightarrow{e_z}$.

10.7 a) On a $\left\|\overrightarrow{\mathrm{OM'}}\right\| = |r\sin(\theta)|$.

10.7 b) On a $\overrightarrow{\mathrm{OM'}} = r\sin(\theta)(\cos(\varphi)\overrightarrow{e_x} + \sin(\varphi)\overrightarrow{e_y})$.

10.7 c) On a $\overrightarrow{\mathrm{OM}} = \overrightarrow{\mathrm{OM'}} + \overrightarrow{\mathrm{M'M}} = r\sin(\theta)(\cos(\varphi)\overrightarrow{e_x} + \sin(\varphi)\overrightarrow{e_y}) + r\cos(\theta)\overrightarrow{e_z}$.

10.7 d) On a $\overrightarrow{\mathrm{OM}} = r\overrightarrow{e_r}$.

10.7 e) Calculons les projections de $\overrightarrow{e_z}$ sur les trois vecteurs de la base sphérique : on a

$$\begin{cases} \overrightarrow{e_z} \cdot \overrightarrow{e_r} = \cos(\theta) \\ \overrightarrow{e_z} \cdot \overrightarrow{e_\theta} = \cos\left(\theta + \dfrac{\pi}{2}\right) = -\sin(\theta) \\ \overrightarrow{e_z} \cdot \overrightarrow{e_\varphi} = 0. \end{cases}$$

Par conséquent, on a

$$\overrightarrow{e_z} = (\overrightarrow{e_z} \cdot \overrightarrow{e_r})\,\overrightarrow{e_r} + (\overrightarrow{e_z} \cdot \overrightarrow{e_\theta})\,\overrightarrow{e_\theta} + (\overrightarrow{e_z} \cdot \overrightarrow{e_\varphi})\,\overrightarrow{e_\varphi} = \cos(\theta)\,\overrightarrow{e_r} - \sin(\theta)\,\overrightarrow{e_\theta}.$$

10.8 a) La vitesse de la balle à l'instant t_1, s'écrit $\vec{v}(\mathrm{M},t_1) = v_x(t_1)\vec{e_x} + v_y(t_1)\vec{e_y}$ avec

$$v_x(t_1) \simeq \frac{x(t_1+\Delta t)-x(t_1)}{\Delta t}, \quad v_y(t_1) \simeq \frac{y(t_1+\Delta t)-y(t_1)}{\Delta t} \quad \text{et} \quad \Delta t = 0{,}05\,\mathrm{s}.$$

Nous obtenons le tableau suivant :

t (en s)	0	0,05	0,10	0,15
v_x (en $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$)	7	7	7	7
v_y (en $\mathrm{m\cdot s^{-1}}$)	11,8	11,4	11,0	10,6

À l'instant initial, nous pouvons écrire : $v_0 \simeq \sqrt{\left(7\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}\right)^2 + \left(11{,}8\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}\right)^2} = 13{,}72\,\mathrm{m\cdot s^{-1}} = 49{,}4\,\mathrm{km\cdot h^{-1}}$.

....

10.8 b) L'accélération de la balle à l'instant t_1, s'écrit $\vec{a}(\mathrm{M},t_1) = a_x(t_1)\vec{e_x} + a_y(t_1)\vec{e_y}$ avec

$$a_x(t_1) \simeq \frac{v_x(t_1+\Delta t)-v_x(t_1)}{\Delta t}, \quad a_y(t_1) \simeq \frac{v_y(t_1+\Delta t)-v_y(t_1)}{\Delta t} \quad \text{et} \quad \Delta t = 0{,}05\,\mathrm{s}.$$

ce qui donne

$$a_x(0) \simeq \frac{7\,\mathrm{m\cdot s^{-1}} - 7\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}}{0{,}05\,\mathrm{s}} = 0\,\mathrm{m\cdot s^{-2}} \quad \text{et} \quad a_y(0) \simeq \frac{11{,}4\,\mathrm{m\cdot s^{-1}} - 11{,}8\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}}{0{,}05\,\mathrm{s}} = -8\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$$

L'accélération initiale vaut donc $a_0 \simeq \sqrt{\left(0\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}\right)^2 + \left(-8\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}\right)^2} = 8{,}0\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

....

10.9 a) On a $\vec{v}(\mathrm{M}) = \dot{x}\,\vec{e_x} + \dot{y}\,\vec{e_y} + \dot{z}\,\vec{e_z} = a\omega\big(-\sin(\omega t)\vec{e_x} + \cos(\omega t)\vec{e_y}\big) + b\vec{e_z}$.

....

10.9 b) On a $\left\|\vec{v}(\mathrm{M})\right\| = \sqrt{\dot{x}^2+\dot{y}^2+\dot{z}^2} = \sqrt{(a\omega)^2\big(\sin(\omega t)^2+\cos(\omega t)^2\big)+b^2} = \sqrt{(a\omega)^2+b^2}$.

....

10.9 c) On a $\vec{a}(\mathrm{M}) = \ddot{x}\,\vec{e_x} + \ddot{y}\,\vec{e_y} + \ddot{z}\,\vec{e_z} = -a\omega^2\big(\cos(\omega t)\vec{e_x} + \sin(\omega t)\vec{e_y}\big)$.

....

10.9 d) On a $\left\|\vec{a}(\mathrm{M})\right\| = \sqrt{\ddot{x}^2+\ddot{y}^2+\ddot{z}^2} = a\omega^2$.

....

10.11 a) On a $a = \dfrac{r}{t}$. Ainsi, a est homogène à une longueur sur un temps.

....

10.11 b) On a $b = \dfrac{\theta}{t^2}$. Ainsi, b est homogène à un angle sur un temps au carré. Comme un angle est une grandeur sans dimension, on a bien le résultat donné.

....

10.11 c) La vitesse radiale est $\vec{v}(\mathrm{M})_r = \dot{r}\vec{e_r} = a\vec{e_r}$.

....

10.11 d) La vitesse orthoradiale est $\vec{v}(\mathrm{M})_\theta = r\dot{\theta}\vec{e_\theta} = 2abt^2\vec{e_\theta}$

....

10.11 e) On a $\vec{v}(\mathrm{M}) = a\vec{e_r} + 2abt^2\vec{e_\theta}$.

....

10.12 a) On a $\vec{v}(\mathrm{M}) = \dot{r}\vec{e_r} + r\dot{\theta}\vec{e_\theta} = r_0\mathrm{e}^{-t/\tau}\left(-\dfrac{1}{\tau}\vec{e_r} + \omega\vec{e_\theta}\right)$.

....

10.12 b) On a $\vec{a}(\mathrm{M}) = r_0\mathrm{e}^{-t/\tau}\left(\left(\dfrac{1}{\tau^2} - \omega^2\right)\vec{e_r} - \left(2\dfrac{\omega}{\tau}\right)\vec{e_\theta}\right)$.

10.12 c) On a $\omega = 4{,}78\,\text{tour}\cdot\text{min}^{-1} = \dfrac{4{,}78\times 2\pi\ \text{rad}}{60\,\text{s}} = 0{,}5\,\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ et $\dfrac{1}{\tau^2} - \omega^2 = \left(\dfrac{1}{0{,}5^2} - \omega^2\right) = 0\,\text{s}^{-2}$.

Ainsi, on a $\vec{a}(\text{M}, t) = -2r_0\text{e}^{-t/\tau}\vec{e_\theta}$. L'accélération est donc orthoradiale.

....

10.12 d) On a $\vec{a}(\text{M}, t)\cdot\vec{e_\theta} = -2r_0\text{e}^{-t/\tau} < 0$. Le mouvement est donc décéléré.

....

10.12 e) On a $r = r_0\text{e}^{-t/\tau}$ et $t = \dfrac{\theta}{\omega}$. Donc, on a $r = r_0\text{e}^{-\theta/(\omega\times\tau)} = r_0\text{e}^{-\theta}$ car $\omega\tau = 1$.

....

10.13 a) On a $\vec{a}(A) = \dfrac{\text{d}\vec{v}(A)}{\text{d}t}$. En projetant sur l'axe $(0, \vec{e_{x'}})$, on obtient : $-a = \dfrac{\text{d}v_A}{\text{d}t}$. Puis, en calculant

$$\int_{v_0}^{v_A(t)} \text{d}v_A = \int_0^t -a\,\text{d}t,$$

on obtient $v_A(t) = -at + v_0$.

....

10.13 b) On a $\vec{a}(B) = \dfrac{\text{d}\vec{v}(B)}{\text{d}t}$. En projetant sur l'axe $(0, \vec{e_{x'}})$, on obtient : $a = \dfrac{\text{d}v_B}{\text{d}t}$. Puis, en calculant

$$\int_0^{v_B(t)} \text{d}v_B = \int_0^t a\,\text{d}t,$$

on obtient $v_B(t) = at$.

....

10.13 c) Sur l'axe $(0, \vec{e_{x'}})$, on a : $v_A(t) = \dfrac{\text{d}x'_A}{\text{d}t}$. Donc, on a $\displaystyle\int_0^{x'_A(t)} \text{d}x'_A = \int_0^t v_A\,\text{d}t = \int_0^t (-at + v_0)\,\text{d}t$.

Donc, on a $x'_A(t) = -\dfrac{1}{2}at^2 + v_0 t$.

....

10.13 d) Sur l'axe $(0, \vec{e_{x'}})$ nous avons : $v_B(t) = \dfrac{\text{d}x'_B}{\text{d}t}$. Donc, on a $\displaystyle\int_L^{x_B(t)} \text{d}x'_B = \int_0^t v_B\,\text{d}t = \int_0^t at\,\text{d}t$.

Donc, on a $x'_B(t) = \dfrac{1}{2}at^2 + L$.

....

10.13 e) Nous observerons une collision à la date t_1 si $x'_A(t_1) = x'_B(t_1)$ donc si $-\dfrac{1}{2}at_1^2 + v_0 t_1 = \dfrac{1}{2}at_1^2 + L$.

Donc, t_1 doit être une solution réelle positive de l'équation :

$$t_1^2 - \frac{v_0}{a}t_1 + \frac{L}{a} = 0,$$

ce qui impose une valeur positive pour son discriminant $\Delta = \left(\dfrac{v_0}{a}\right)^2 - 4\dfrac{L}{a} \geqslant 0$. Donc, on doit avoir $L \leqslant \dfrac{v_0^2}{4a}$.

Après application numérique, on trouve que la distance L doit vérifier $L \leqslant 67\,\text{cm}$.

10.14 a) On a $\vec{a} = \dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t} = \vec{g}$. En projetant, nous obtenons

$$\begin{cases} \dfrac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 0 \\ \dfrac{\mathrm{d}v_z}{\mathrm{d}t} = -g. \end{cases}$$

Donc, on a $v_x = \mathrm{C}^{\mathrm{te}} = v_{0x}$. En intégrant une deuxième fois, vu que M est initialement en O, on obtient : $x(t) = v_{0x}t$.

....

10.14 b) On a $\vec{a} = \dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t} = \vec{g}$. En projetant, nous obtenons

$$\begin{cases} \dfrac{\mathrm{d}v_x}{\mathrm{d}t} = 0 \\ \dfrac{\mathrm{d}v_z}{\mathrm{d}t} = -g. \end{cases}$$

Donc, en intégrant, on a $\displaystyle\int_{v_{0z}}^{v_z(t)} \mathrm{d}v_z = \int_0^t -g \cdot \mathrm{d}t$ donc $v_z = -gt + v_{0z}$. En intégrant une deuxième fois, vu que M est initialement en O, on obtient :

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0z}t.$$

....

10.14 c) À partir de l'expression de $x(t)$ on peut écrire $t = x/v_{0x}$. On remplace t par cette expression dans z :

$$z = -\frac{1}{2}g(x/v_{0x})^2 + v_{0z}x/v_{0x}.$$

Finalement, on trouve l'équation $z = -\dfrac{g}{2v_{0x}^2}x^2 + \dfrac{v_{0z}}{v_{0x}}x$.

....

10.15 a) On suppose que le lion et la gazelle se déplacent en ligne droite sur l'axe $(\mathrm{O}x)$. On prend l'origine des temps au moment où la gazelle aperçoit le lion et l'origine de l'axe $(\mathrm{O}x)$ à la position du lion quand la gazelle l'aperçoit.

On intègre deux fois pour avoir la position du lion x_L puis celle de la gazelle x_G en fonction de temps :

$$\begin{cases} x_L(t) = v_0t + \dfrac{1}{2}a_Lt^2 \\ x_G(t) = d_0 + \dfrac{1}{2}a_Gt^2. \end{cases}$$

avec $v_0 = 5{,}0\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$, $a_L = 3{,}0\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$, $a_G = 2{,}0\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$ et $d_0 = 10\,\mathrm{m}$.

Puis, on égalise ces deux positions pour déterminer le temps t_1 où le lion attrape la gazelle. On obtient une équation du second degré sur t_1 :

$$\frac{a_L - a_G}{2}t_1^2 + v_0t_1 - d_0 = 0. \qquad (*)$$

On résout cette équation du second degré qui admet deux racines réelles dont l'une est négative. Le temps cherché est la racine positive : c'est $t_1 = \dfrac{-v_0 + \sqrt{\Delta}}{a_L - a_G}$ où $\Delta = v_0^2 + 2d_0(a_L - a_G)$ est le discriminant de l'équation $(*)$.

On trouve finalement $t_1 = 1{,}7\,\mathrm{s}$.

....

10.15 b) La gazelle aura parcouru la distance $d = \dfrac{1}{2}a_Gt_1^2$ avec $a_G = 2{,}0\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$ et $t_1 = 1{,}7\,\mathrm{s}$ le temps mis par le lion pour rattraper la gazelle. Finalement, on trouve $d = 2{,}9\,\mathrm{m}$.