

## Corrigé

### Exercices sur les forces, 2<sup>e</sup> partie Module 3 : Des phénomènes mécaniques Objectif terminal 4 : La dynamique

1. **0,63 m/s<sup>2</sup>**

Données

$$\begin{aligned}F &= 20 \text{ N} \\m &= 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg} \\ \theta &= 20^\circ\end{aligned}$$

Solution

$$\begin{aligned}F_x &= ma \\a &= \frac{F_x}{m} = \frac{F \cos \theta}{m} \\a &= \frac{20 \text{ N} \times \cos 20^\circ}{0,3 \text{ kg}} \\a &= 0,63 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

2. **3400 N**

Données

$$\begin{aligned}m &= 8000 \text{ kg} \\F_f &= 1000 \text{ N} \\a &= 0,3 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Solution

$$\begin{aligned}F_{\text{rés}} &= ma \\F_m - F_f &= ma \\F_m &= ma + F_f \\F_m &= 8000 \text{ kg} \times 0,3 \text{ m/s}^2 + 1000 \text{ N} \\F_m &= 3400 \text{ N}\end{aligned}$$

3. **0,17 N**

Données

$$\begin{aligned}m_{\text{loco}} &= 400 \text{ g} = 0,4 \text{ kg} \\m_{\text{wagon}} &= 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg} \\F_m &= 0,6 \text{ N}\end{aligned}$$

Accélération du train

$$\begin{aligned}m_{\text{train}} &= m_{\text{loco}} + 3m_{\text{wagon}} \\m_{\text{train}} &= 0,4 \text{ kg} + 3 \times 0,1 \text{ kg} \\m_{\text{train}} &= 0,7 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$F_m = m_{\text{train}} a$$

$$a = \frac{F_m}{m_{\text{train}}}$$

$$a = \frac{0,6 \text{ N}}{0,7 \text{ kg}}$$

$$a = 0,8571 \text{ m/s}^2$$

Tension entre les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> wagons

$$T = 2m_{\text{wagon}} a$$

$$T = 2 \times 0,1 \text{ kg} \times 0,8571 \text{ m/s}^2$$

$$T = 0,17 \text{ N}$$

4. **2,8 m/s<sup>2</sup>**

Données

$$m_{\text{bloc}} = 600 \text{ g} = 0,6 \text{ kg}$$

$$m_{\text{chariot}} = 1500 \text{ g} = 1,5 \text{ kg}$$

Bloc

$$F_{g,\text{bloc}} - T = m_{\text{bloc}} a = m_{\text{bloc}} g - T$$

$$T = m_{\text{bloc}} (g - a)$$

Je te conseil de diviser la 1<sup>e</sup> ligne en 2 lignes, on comprendrait

mieux que mg se substitue à Fg

Chariot

$$T = m_{\text{chariot}} a$$

Solution

On égalise les deux dernières relations pour trouver l'accélération du système.

$$m_{\text{bloc}} (g - a) = m_{\text{chariot}} a$$

$$a = \frac{m_{\text{bloc}} g}{m_{\text{bloc}} + m_{\text{chariot}}}$$

$$a = \frac{0,6 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{0,6 \text{ kg} + 1,5 \text{ kg}}$$

$$a = 2,8 \text{ m/s}^2$$

5.

a) **4,57 m/s<sup>2</sup>**

Données

$$m_{\text{bloc}} = 50 \text{ g} = 0,05 \text{ kg}$$

$$m_{\text{chariot}} = 30 \text{ g} = 0,03 \text{ kg}$$

$$\theta = 25^\circ$$

Bloc

$$m_{\text{bloc}} a = F_{g,\text{bloc}} - T = m_{\text{bloc}} g - T$$

$$T = m_{\text{bloc}} (g - a)$$

diviser la 1<sup>e</sup> ligne en 2 lignes

### Chariot

Le long du plan incliné :

$$m_{\text{chariot}} a = T - F_{g,\text{chariot}} \sin \theta = T - m_{\text{chariot}} g \sin \theta$$

$$T = m_{\text{chariot}} (a + g \sin \theta)$$

diviser la 1<sup>e</sup> ligne en 2 lignes

### Solution

Pour obtenir la grandeur de l'accélération, on égalise les deux dernières expressions.

$$m_{\text{bloc}} (g - a) = m_{\text{chariot}} (g \sin \theta + a)$$

$$a = \frac{g(m_{\text{bloc}} - m_{\text{chariot}} \sin \theta)}{m_{\text{bloc}} + m_{\text{chariot}}}$$

$$a = \frac{9,8 \text{ m/s}^2 \times (0,05 \text{ kg} - 0,03 \text{ kg} \times \sin 25^\circ)}{0,05 \text{ kg} + 0,03 \text{ kg}}$$

$$a = 4,57 \text{ m/s}^2$$

b) *Le chariot se déplace vers le haut du plan incliné.*

### Solution

Le résultat du calcul en a) est positif, ce qui signifie que nous avons posé au départ la bonne direction pour l'accélération. Le chariot se déplace donc vers le haut du plan incliné.

6. **1,89 N**

### Données

$$m_{\text{bloc}} = 1 \text{ kg}$$

$$m_{\text{chariot1}} = 1500 \text{ g} = 1,5 \text{ kg}$$

$$m_{\text{chariot2}} = 800 \text{ g} = 0,8 \text{ kg}$$

$$F_f = 2 \text{ N}$$

### Accélération du système

La force motrice de ce système est le poids du bloc suspendu.

$$F_m = F_{g,\text{bloc}} = m_{\text{bloc}} g$$

$$F_m = 1 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F_m = 9,8 \text{ N}$$

$$F_m - F_f = m_{\text{totale}} a$$

$$a = \frac{F_m - F_f}{m_{\text{totale}}}$$

$$a = \frac{F_m - F_f}{m_{\text{bloc}} + m_{\text{chariot1}} + m_{\text{chariot2}}}$$

$$a = \frac{9,8 \text{ N} - 2 \text{ N}}{1 \text{ kg} + 1,5 \text{ kg} + 0,8 \text{ kg}}$$

$$a = 2,3636 \text{ m/s}^2$$

Tension dans la corde

$$\begin{aligned}T &= m_{\text{chariot}2} a \\T &= 0,8 \text{ kg} \times 2,3636 \text{ m/s}^2 \\T &= 1,89 \text{ N}\end{aligned}$$

7. **16 150 N**

Données

$$\begin{aligned}m &= 1700 \text{ kg} \\a &= 0,3 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Solution

$$\begin{aligned}T - F_g &= -ma \\T &= -ma + F_g \\T &= -ma + mg = m(g - a) \\T &= 1700 \text{ kg} \times (9,8 \text{ m/s}^2 - 0,3 \text{ m/s}^2) \\T &= 16150 \text{ N}\end{aligned}$$

8.

a) **Oui**

Données

$$\begin{aligned}m &= 1800 \text{ kg} \\F &= -7200 \text{ N} \\v_i &= 55 \text{ km/h} = 15,28 \text{ m/s} \\v_f &= 0 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Solution

$$\begin{aligned}F &= ma \\a &= \frac{F}{m} \\a &= \frac{-7200 \text{ N}}{1800 \text{ kg}} \\a &= -4 \text{ m/s}^2 \\v_f^2 &= v_i^2 + 2a\Delta s \\ \Delta s &= \frac{v_f^2 - v_i^2}{2a} \\ \Delta s &= \frac{(0 \text{ m/s})^2 - (15,28 \text{ m/s})^2}{2 \times (-4 \text{ m/s}^2)} \\ \Delta s &= 29,2 \text{ m}\end{aligned}$$

La distance de freinage est inférieure à la distance séparant la voiture de la ligne d'arrêt avant le freinage.

b) **29,2 m**

9. 2,19 s

Données

$$\begin{aligned}m &= 8 \text{ kg} \\F_f &= 3 \text{ N} \\F &= 10 \text{ N} \\\theta &= 15^\circ \\v_i &= 0 \text{ m/s} \\\Delta s &= 2 \text{ m}\end{aligned}$$

Calcul de l'accélération du mobile

$$\begin{aligned}F_{rés} &= ma \\F_x - F_f &= ma \\F \cos \theta - F_f &= ma \\a &= \frac{F \cos \theta - F_f}{m} \\a &= \frac{10 \text{ N} \times \cos 15^\circ - 3 \text{ N}}{8 \text{ kg}} \\a &= 0,8324 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Calcul du temps nécessaire pour un déplacement de 2 m

$$\Delta s = v_i \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$$

pour  $v_i = 0 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned}\Delta s &= \frac{1}{2} a (\Delta t)^2 \\\Delta t &= \sqrt{\frac{2\Delta s}{a}} \\\Delta t &= \sqrt{\frac{2 \times 2 \text{ m}}{0,8324 \text{ m/s}^2}} \\\Delta t &= 2,19 \text{ s}\end{aligned}$$

10. 1332,7 N

Données

$$\begin{aligned}m_{Julie} &= 50 \text{ kg} \\m_{navette} &= 2,041 \times 10^6 \text{ kg} \\F &= 34,4 \times 10^6 \text{ N}\end{aligned}$$

Calcul de l'accélération de la navette au décollage

$$\begin{aligned}F &= m_{navette} a \\a &= \frac{F}{m_{navette}} \\a &= \frac{34,4 \times 10^6 \text{ N}}{2,041 \times 10^6 \text{ kg}} \\a &= 16,854 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Calcul du poids apparent de l'astronaute

$$\begin{aligned}F_n - F_g &= m_{Julie} a \\F_n &= m_{Julie} a + F_g \\F_n &= m_{Julie} a + m_{Julie} g = m_{Julie} (a + g) \\F_n &= 50 \text{ kg} \times (16,854 \text{ m/s}^2 + 9,8 \text{ m/s}^2) \\F_n &= 1332,7 \text{ N}\end{aligned}$$

11.  $3,4 \times 10^6 \text{ m}$

Données

$$\begin{aligned}g &= 3,7 \text{ m/s}^2 \\m &= 6,4191 \times 10^{23} \text{ kg}\end{aligned}$$

Solution

$$\begin{aligned}g &= \frac{Gm}{r^2} \\r &= \sqrt{\frac{Gm}{g}} \\r &= \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2 \times 6,4191 \times 10^{23} \text{ kg}}{3,7 \text{ m/s}^2}} \\r &= 3,4 \times 10^6 \text{ m}\end{aligned}$$

12.  $489,2 \text{ N}$

Données

$$\begin{aligned}M &= 5,9762 \times 10^{24} \text{ kg} \\m &= 50 \text{ kg} \\D &= 12756 \text{ km} = 1,2756 \times 10^7 \text{ m} \\h &= 5 \text{ km} = 5000 \text{ m}\end{aligned}$$

Solution

$$\begin{aligned}d &= \frac{D}{2} + h \\d &= \frac{1,2756 \times 10^7 \text{ m}}{2} + 5000 \text{ m} \\d &= 6,383 \times 10^6 \text{ m} \\F_g &= \frac{mMG}{d^2} \\F_g &= \frac{50 \text{ kg} \times 5,9762 \times 10^{24} \text{ kg} \times 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2}{(6,383 \times 10^6 \text{ m})^2} \\F_g &= 489,2 \text{ N}\end{aligned}$$

13. 3,33 cm

Données

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$k = 15 \text{ N/m}$$

$$a = 0,1 \text{ m/s}^2$$

Calcul de la force appliquée sur la masse

$$F = ma$$

$$F = 5 \text{ kg} \times 0,1 \text{ m/s}^2$$

$$F = 0,5 \text{ N}$$

Calcul de l'allongement du ressort

$$F = k\Delta l$$

$$\Delta l = \frac{F}{k}$$

$$\Delta l = \frac{0,5 \text{ N}}{15 \text{ N/m}}$$

$$\Delta l = 0,0333 \text{ m}$$

$$\Delta l = 3,33 \text{ cm}$$

14. d)

15. 1,14 kg

Calcul de l'accélération de la voiture à imiter

Données

$$v_i = 0 \text{ m/s}$$

$$v_f = 100 \text{ km/h} = 27,78 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 6,8 \text{ s}$$

Solution

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$$

$$a = \frac{27,78 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{6,8 \text{ s}}$$

$$a = 4,085 \text{ m/s}^2$$

Calcul de la masse à suspendre

Données

$$m_{\text{chariot}} = 1600 \text{ g} = 1,6 \text{ kg}$$

Solution

Le poids de la masse est la force motrice du système.

$$F_m = F_g = m_{\text{bloc}} g$$

$$F_m = m_{totale} a$$

$$m_{bloc} g = (m_{bloc} + m_{chariot}) a$$

$$m_{bloc} = \frac{m_{chariot} a}{g - a}$$

$$m_{bloc} = \frac{1,6 \text{ kg} \times 4,085 \text{ m/s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2 - 4,085 \text{ m/s}^2}$$

$$m_{bloc} = 1,14 \text{ kg}$$

16. **60,9 kg**

Données

$$m_{Marianne} = 54 \text{ kg}$$

$$m_{ascenseur} = 1300 \text{ kg}$$

$$a = 1,25 \text{ m/s}^2$$

Calcul du poids apparent de Marianne

$$F_n - F_g = m_{Marianne} a$$

$$F_n = m_{Marianne} a + F_g = m_{Marianne} (a + g)$$

$$F_n = 54 \text{ kg} \times (1,25 \text{ m/s}^2 + 9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$F_n = 596,7 \text{ N}$$

Calcul de la masse affichée par le pèse personne

$$F_n = m_{apparente} g$$

$$m_{apparente} = \frac{F_n}{g}$$

$$m_{apparente} = \frac{596,7 \text{ N}}{9,8 \text{ m/s}^2}$$

$$m_{apparente} = 60,9 \text{ kg}$$

17. **80,2°**

Données

$$m = 8 \text{ kg}$$

$$F = 20 \text{ N}$$

$$F_f = 3 \text{ N}$$

$$a = 0,05 \text{ m/s}^2$$

Solution

$$\begin{aligned}F_{rés} &= ma \\F_x - F_f &= ma \\F \cos \theta - F_f &= ma \\ \cos \theta &= \frac{ma + F_f}{F} \\ \theta &= \cos^{-1} \left( \frac{ma + F_f}{F} \right) \\ \theta &= \cos^{-1} \left( \frac{8 \text{ kg} \times 0,05 \text{ m/s}^2 + 3 \text{ N}}{20 \text{ N}} \right) \\ \theta &= \cos^{-1}(0,17) \\ \theta &= 80,2^\circ\end{aligned}$$

18.

a) *La masse de 2 kg descendra le long de son plan incliné.*

Données

$$\begin{aligned}m_1 &= 1 \text{ kg} \\ \theta_1 &= 40^\circ \\ m_2 &= 2 \text{ kg} \\ \theta_2 &= 25^\circ\end{aligned}$$

Calcul de la résultante entre le poids de la masse de 1 kg et sa force normale

$$\begin{aligned}\|\vec{F}_{n1} + \vec{F}_{g1}\| &= F_{g1} \sin \theta_1 \\ &= m_1 g \sin \theta_1 \\ &= 1 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times \sin 40^\circ \\ &= 6,2993 \text{ N}\end{aligned}$$

Calcul de la résultante entre le poids de la masse de 2 kg et sa force normale

$$\begin{aligned}\|\vec{F}_{n2} + \vec{F}_{g2}\| &= F_{g2} \sin \theta_2 \\ &= m_2 g \sin \theta_2 \\ &= 2 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times \sin 25^\circ \\ &= 8,2833 \text{ N}\end{aligned}$$

Puisque  $8,2833 \text{ N} > 6,2993 \text{ N}$ , la masse de 2 kg entraînera l'autre masse.

b)  **$0,66 \text{ m/s}^2$**

Calcul de l'accélération du système

Pour le bloc 1 :

$$\begin{aligned}T - F_{g1x} &= m_1 a \\ T &= m_1 (a + g \sin \theta_1)\end{aligned}$$

Pour le bloc 2 :

$$\begin{aligned}F_{g2x} - T &= m_2 a \\ T &= m_2 (g \sin \theta_2 - a)\end{aligned}$$

En égalisant ces deux expressions de  $T$ , on peut déterminer la grandeur de l'accélération.

$$m_1 a + m_1 g \sin \theta_1 = -m_2 a + m_2 g \sin \theta_2$$

$$a(m_1 + m_2) = g(m_2 \sin \theta_2 - m_1 \sin \theta_1)$$

$$a = \frac{g(m_2 \sin \theta_2 - m_1 \sin \theta_1)}{m_1 + m_2}$$

$$a = \frac{9,8 \text{ m/s}^2 \times (2 \text{ kg} \times \sin 25^\circ - 1 \text{ kg} \times \sin 40^\circ)}{1 \text{ kg} + 2 \text{ kg}}$$

$$a = 0,66 \text{ m/s}^2$$