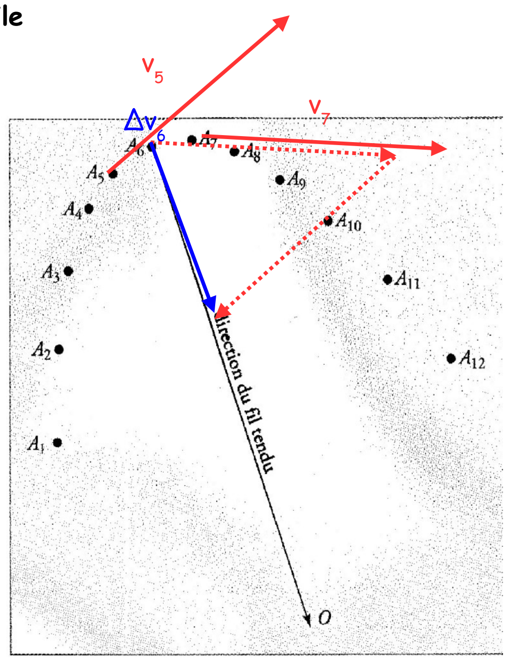
P7. Mouvements et forces
Exercices - Corrigé

Exercice 1 : 2nd principe / Action d'un élastique sur un mobile



1. d_{4-6} = 1,50 cm $\quad v_5 = \frac{d_{4-6}}{2\Delta t}$ donc v_5 = 0,150 m.s^{-1}

   d_{6-8} = 1,45 cm $\quad v_7 = \frac{d_{6-8}}{2\Delta t}$ donc v_7 = 0,145 m.s^{-1}
2. voir schéma
3. voir schéma
4. $\Delta\vec{v}_6$ est orienté selon la direction du fil tendu.

Bilan des forces :

- le poids $\vec{P}$
- la force de pression qui soutient le mobile $\vec{F}$
- la tension du fil $\vec{T}$

Le poids et la force de pression se compensent car le mobile est immobile verticalement ; la résultante des forces est donc égale à la tension du fil et est donc dirigée le long du fil.

La direction de $\Delta\vec{v}_6$ est bien colinéaire et de même sens que la résultante des forces $\Sigma\vec{F}_{ext}$.

Exercice 2 : Attraction gravitationnelle / Satellite Spot 4

1. La pesanteur g est définie par la formule P = mg.

Or le poids correspond à la force d'attraction gravitationnelle de la Terre : $P = \frac{G m\, m_T}{d^2}$ = mg donc $g = \frac{G m_T}{d^2}$

2. **g_{sol} = 9,80 N.kg^{-1}** $\quad$ et **g_{alt} = 7,67 N.kg^{-1}**
3. P_{sol} = m g_{sol} $\quad$ **P_{sol} = 2,74 .10^4 N** $\quad$ et P_{alt} = m g_{alt} $\quad$ **P_{alt} = 2,15 .10^4 N**

Exercice 3 : Attraction gravitationnelle / Et pourtant, elle tombe !

1. D'après le principe d'inertie, la Lune aurait un mouvement rectiligne uniforme et sortirait de sa trajectoire.
2. Pour un mouvement circulaire uniforme, le vecteur variation de vitesse est centripète : dirigé vers le centre du cercle, donc l'accélération est elle aussi centripète. Et d'après le 2nd principe, la résultante des forces auxquelles est soumise la Lune est colinéaire et de même sens que l'accélération.
   La Lune est donc soumise à une force dirigée vers le centre de la Terre (il s'agit de l'attraction gravitationnelle de la Terre sur la Lune).
3. $F = \frac{G\, m_L\, m_T}{d_{TL}^2}$
4.
5. **F = 2,03 . 10^{20} N**
6. « vitesse de travers » signifie ici la vitesse linéaire v. Si la vitesse de la Lune était insuffisante, celle-ci tomberait sur la Terre.

Exercice 4* : Trou noir

1. $g = \dfrac{G \times 10\, M_S}{\dfrac{D^2}{4}}$ **$g = 6\ .10^{14}$ N**
2. La pesanteur est mille milliards de fois plus grande au bord de ce trou noir que sur la Terre !

Exercice 5 : Bilan de forces / Construction des pyramides

1. P = mg **$P = 2,5\ .\ 10^4$ N**
2. Il faudrait plus de 31 hommes pour porter cette pierre, ce qui n'est pas simple pour se placer autour de la pierre !!
3. Système = {bloc de pierre}
   Référentiel : terrestre, supposé galiléen
   Bilan des forces :

- son poids $\vec{P}$
- la force exercée par les hommes : $\vec{F}$
- la réaction du support (rondins) : $\vec{R_N}$.

4. $\vec{F} = \begin{pmatrix} -F \\ 0 \end{pmatrix}$ $\vec{R_N} = \begin{pmatrix} 0 \\ R_N \end{pmatrix}$ $\vec{P} = \begin{pmatrix} P\sin\alpha \\ -P\cos\alpha \end{pmatrix}$
5. On suppose la pierre immobile, prête à être mise en mouvement (force minimale recherchée donc telle que la pierre a encore une vitesse nulle). Donc d'après le principe d'inertie, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ donc $\vec{P} + \vec{F} + \vec{R_N} = \vec{0}$
   A partir des coordonnées des vecteurs forces, on peut écrire :
   $-F + 0 + P\sin\alpha = 0$ $F = P\sin\theta$
   $0 + R_N - P\cos\alpha = 0$ donc $R_N = P\cos\theta$ d'où F = 2,5 . 10^4 x sin 10 **$F = 4,3\ .\ 10^3$ N**
   Il ne faut plus que 6 hommes pour pousser la pierre.

Exercice 6 : Bilan de forces / Skieuse nautique

1. Il s'agit d'un mouvement rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre.
2. Système = {skieuse et son matériel}
   Référentiel : {terrestre}
   Bilan des forces :

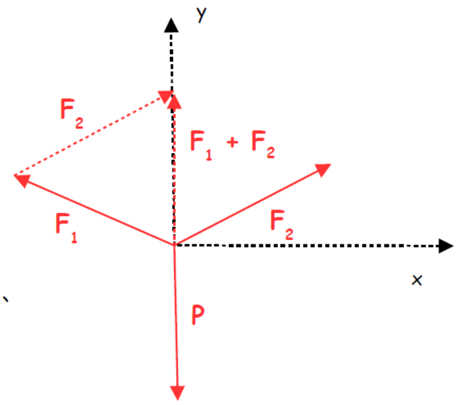
- son poids $\vec{P}$ tel que P = mg P = 600 N
- la réaction normale du sol $\vec{R_N}$
- les frottements du sol $\vec{f}$
- la force de traction de la perche $\vec{T}$

3.
4. La skieuse est en mouvement rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre donc d'après le principe d'inertie $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$, d'où $\vec{P} + \vec{R_N} + \vec{f} + \vec{T} = \vec{0}$.
5. On a 2 inconnues : T et R_N donc il nous faut 2 équations ; pour cela, utilisons les coordonnées des vecteurs forces dans l'égalité $\vec{P} + \vec{R_N} + \vec{f} + \vec{T} = \vec{0}$:

   $\vec{P}\begin{pmatrix} 0 \\ -P \end{pmatrix}$ $\vec{R_N}\begin{pmatrix} 0 \\ R_N \end{pmatrix}$ $\vec{f}\begin{pmatrix} -f \\ 0 \end{pmatrix}$ $\vec{T}\begin{pmatrix} T\cos\alpha \\ T\sin\alpha \end{pmatrix}$

   d'où les équations : 0 + 0 -f + T cos α = 0 donc T = f / cos α **T = 102 N**
   -P + R_N + 0 + T sin α = 0 et R_N = P – f tan α **R_N = 582 N**

Exercice 7 : Bilan de forces / Enseigne suspendue



1.
2. Système {enseigne}
   Référentiel : terrestre
   Bilan des forces :

- son poids $\vec{P}$ tel que P = mg P = 200 N
- les forces de traction des filins $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$

3. On choisit comme repère un repère tel que l'axe x est à l'horizontal.

$$\vec{P}\begin{pmatrix}0\\-P\end{pmatrix} \qquad \vec{F}_1\begin{pmatrix}-F_1\sin\alpha\\F_1\cos\alpha\end{pmatrix} \qquad \vec{F}_2\begin{pmatrix}F_2\sin\alpha\\F_2\cos\alpha\end{pmatrix}$$

4. L'enseigne est immobile dans le référentiel terrestre donc $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$ d'où $\vec{P}+\vec{F}_1+\vec{F}_2=\vec{0}$
5. Sur l'axe x : $0 - F_1 \sin\alpha + F_2 \sin\alpha = 0$ donc $\mathbf{F_1 = F_2}$
6. Sur l'axe y : $- P + F_1 \cos\alpha + F_2 \cos\alpha = 0$ donc $F_1 = \dfrac{P}{2\cos\alpha}$

Or cos 60° = 1 donc $F_1 = P$ $\mathbf{F_1 = 200\ N}$

7. F_1 est minimale pour cos α = 1 donc α = 0° (force verticale).

F_1 est maximale pour cos α qui tend vers 0 donc α qui tend vers 90° (force horizontale).

Exercice 8 : Poussée d'Archimède / Volume immergé d'un paquebot

1. Système {paquebot}
   Référentiel : terrestre
   Bilan des forces :

- son poids $\vec{P}$
- la poussée d'Archimède de l'eau $\vec{P}_A$

2. **P = mg**
   $\mathbf{P_A = \mu\, V\, g}$
3. Dans le référentiel terrestre, le paquebot est immobile donc d'après le principe d'inertie, $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$
   donc $\vec{P} + \vec{P}_A = \vec{0}$. On en déduit que $P = P_A$ (en norme) donc :
   mg = μ V g soit V = m / μ $V = 6{,}25 \,.\, 10^7 / 1{,}03 \,.\, 10^3$ $\mathbf{V = 6{,}07 \,.\, 10^4\ m^3}$

Exercice 9 : Poussée d'Archimède / Viscosité

1. Système {bille}
   Référentiel : terrestre
   Bilan des forces :

- son poids $\vec{P}$
- la poussée d'Archimède de l'eau $\vec{P}_A$
- les forces de frottements de l'eau $\vec{f}$

3. On lâche la bille sans vitesse, donc à l'instant où elle est lâchée, v = 0 donc f = 0.

Alors $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{P}_A$

P = mg donc $P = \mu_V\, V\, g$ avec $V = 4/3\ \pi\ r^3$ $V = 0{,}52\ cm^3$ $\mathbf{P = 1{,}33 \,.\, 10^{-2}\ N}$

$P_A = \mu_H\, V\, g$ $\mathbf{P_A = 4{,}98 \,.\, 10^{-3}\ N}$

Donc la résultante des forces est orientée vers le bas.

D'après la deuxième loi de Newton, $\Sigma \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$, donc la bille accélère.

4. Comme la bille atteint une vitesse constante, son mouvement est **rectiligne uniforme** dans le référentiel terrestre.
5. D'après le principe d'inertie, $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{P}_A + \vec{f} = \vec{0}$ et par projection des forces sur l'axe y :

$-P + P_A + f = 0$ ce qui donne $f = P - PA$ $f = 8{,}36 \,.\, 10^{-3}$ N

Or, $f = 0{,}115\ v$ donc $v = f / 0{,}115$ **$v = 0{,}073\ m.s^{-1} = 7{,}3\ cm.s^{-1}$**