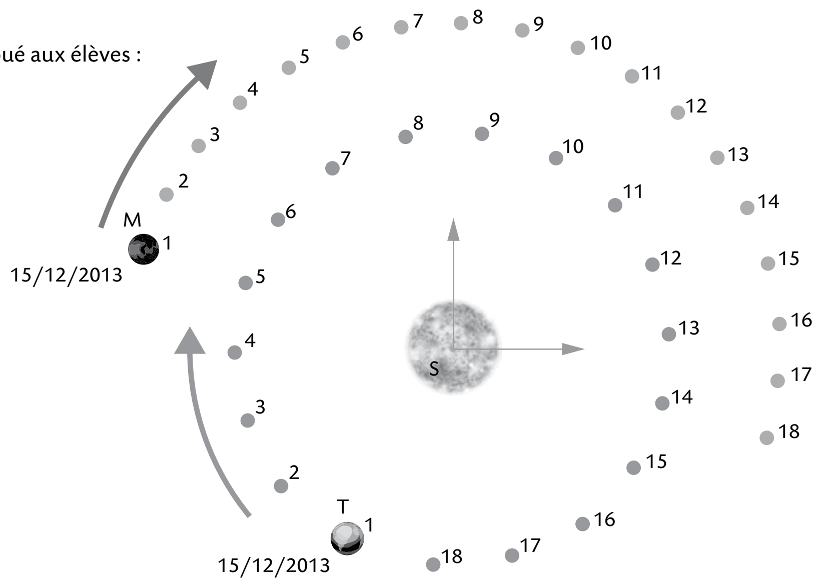
Compléments

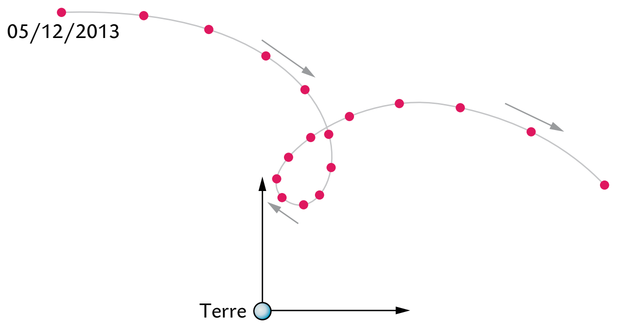
Le document suivant peut être distribué aux élèves :



Réponses

1. Aux alentours du 1er mars 2014, le sens de déplacement de Mars par rapport à la constellation de la Vierge s'inverse.

Construction :



2. La trajectoire de Mars obtenue ci-contre montre que Mars change de sens de déplacement quand son mouvement est observé depuis la Terre : au niveau de la boucle, la planète semble faire demi-tour (flèches rouges).

3. Le **doc. 2** représente le mouvement de Mars dans le référentiel héliocentrique (mouvement pratiquement circulaire). La construction ci-contre représente le mouvement de Mars dans le référentiel géocentrique. Dans ce cas, la trajectoire effectue une boucle. Le mouvement est donc relatif à l'observateur, puisqu'il dépend du référentiel choisi.

Exercices

▶ p. 93 à 98 du manuel

QCM

Un QCM supplémentaire interactif est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

1 **1.** A et B ; **2.** C ; **3.** A et B.

2 **1.** B et C ; **2.** C ; **3.** B ; **4.** A.

3 **1.** B ; **2.** A et C.

Application immédiate

Une version diaporama de l'exercice résolu est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

5 **1.** Le centre de Mars est en mouvement circulaire dans le référentiel héliocentrique.

2. Le centre de Mars est immobile dans le référentiel « marsocentrique » (lié au centre de Mars).

3. $v_M = \dfrac{2\pi R}{T} = \dfrac{2\pi \times 2{,}28 \times 10^8 \times 10^3}{687 \times 24 \times 60 \times 60}$

$v_M \approx 2{,}41 \times 10^4\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Corrigés des exercices

Grille d'évaluation des compétences spécifiques du chapitre : voir www.hachette-education.com (fiche du manuel).

6 **1.** Le système est l'objet dont on étudie le mouvement.

2. a. Le système est Vénus.

b. Le système est la comète de Halley.

7 **a.** Le système est le satellite Io.

b. Le système est le télescope spatial Hubble.

8 **1.** Un référentiel est un objet de référence par rapport auquel on étudie le mouvement d'un système.

2. a. Il s'agit du référentiel héliocentrique.

b. Il est lié au centre du Soleil. Le repère d'espace associé est constitué de trois axes qui se coupent au centre du Soleil et qui sont orientés vers trois étoiles éloignées considérées fixes.

9 Dans le référentiel géocentrique, la Lune a un mouvement simple à décrire : il est circulaire uniforme.

10 Dans le référentiel héliocentrique, le centre de la Terre a un mouvement circulaire uniforme.

11 **1.** Le sommet de la fusée est immobile dans le référentiel associé à la fusée.

2. Le sommet de la fusée a un mouvement rectiligne non uniforme dans un référentiel terrestre.

12 a. La trajectoire est une droite. La distance entre deux points consécutifs est la même pour un même intervalle de temps : la valeur de la vitesse est constante. Le mouvement du système est donc rectiligne uniforme.

b. La trajectoire est une droite. La distance entre deux points consécutifs augmente pour un même intervalle de temps : la valeur de la vitesse augmente. Le mouvement est donc rectiligne accéléré.

c. La trajectoire est une courbe. La distance entre deux points consécutifs augmente puis diminue pour un même intervalle de temps : la valeur de la vitesse augmente puis diminue. Le mouvement du système est donc curviligne accéléré puis décéléré.

13 **1.** Dans un référentiel donné $v = \dfrac{d}{\Delta t}$

2. v est la valeur de la vitesse en $m \cdot s^{-1}$, d est la distance parcourue en m et Δt est la durée du parcours en s.

14 $v = \dfrac{d}{\Delta t}$

$$v = \frac{2\pi \times 7{,}78 \times 10^8 \times 10^3}{3{,}74 \times 10^8} \approx 1{,}31 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v \approx 1{,}31 \times 10^4 \times 3\,600 \times 10^{-3} \approx 4{,}71 \times 10^4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

15 **1. a.** Un point à la surface de la Terre est immobile dans un référentiel terrestre.

b. Il est animé d'un mouvement circulaire uniforme dans le référentiel géocentrique.

2. La question précédente illustre la relativité du mouvement d'un système.

16 **1.** Le centre de la lune a une trajectoire circulaire dans le référentiel géocentrique.

2. Dans le référentiel héliocentrique, sa trajectoire est différente.

3. Les questions précédentes illustrent la relativité du mouvement d'un système.

17 **1.** Le référentiel héliocentrique a pour objet de référence le centre du Soleil. Le repère d'espace associé est constitué de trois axes qui se coupent au centre du Soleil et qui sont orientés vers trois étoiles éloignées considérées fixes.

2 .a. Dans le référentiel héliocentrique, la période de révolution de la Terre est $T = 365{,}25$ jours.

b. Lors d'une révolution, la distance d parcourue par la Terre est :

$$d = 2\pi R = 2\pi \times 1{,}50 \times 10^8 \times 10^3 \approx 9{,}42 \times 10^{11} \text{ m}$$

c. $v = \dfrac{d}{\Delta t} \approx \dfrac{9{,}42 \times 10^{11}}{365{,}25 \times 24 \times 60 \times 60} \approx 2{,}99 \times 10^4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

18 **1. a.** Deimos est immobile dans son propre référentiel.

b. La valeur de sa vitesse est nulle dans ce référentiel.

2. a. Dans le référentiel « marsocentrique », Deimos a une trajectoire circulaire.

b. La distance parcourue par le centre de Deimos quand il effectue un tour autour du centre de Mars est :

$d = 2\pi R$, soit $d = 2\pi \times 2{,}35 \times 10^4 \approx 1{,}48 \times 10^5$ km

c. $v = \dfrac{d}{\Delta t} \approx \dfrac{1{,}48 \times 10^5}{30{,}3} \approx 4{,}87 \times 10^3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

3. Selon le référentiel choisi, la valeur de la vitesse de Deimos n'est pas la même. Ce résultat illustre la relativité du mouvement.

19 **Traduction :** *Satellites géostationnaires*

Les satellites géostationnaires ont une période de révolution autour de la Terre égale à celle de sa rotation sur elle-même. Ils semblent fixes par rapport à un point de l'équateur. Ces satellites sont souvent utilisés dans le domaine des télécommunications.

1. Dans un référentiel terrestre, un satellite géostationnaire est immobile.

2. Dans le référentiel géocentrique, il a un mouvement circulaire uniforme en supposant que la Terre tourne sur elle-même avec une vitesse de valeur constante et que la distance satellite-centre de la Terre est constante.

20 **1.** Les arcs de cercles représentent la trajectoire des étoiles.

2. Le référentiel d'observation est un référentiel terrestre.

3. Cette photo met en évidence le phénomène de rotation de la Terre sur elle-même.

21 **1. a.** **a** Le Soleil est immobile ; **b** La terre est immobile.

b. **a** Le référentiel d'étude est le référentiel héliocentrique ; **b** le référentiel d'étude est le référentiel géocentrique.

2. La trajectoire est circulaire dans le référentiel héliocentrique. Elle est curviligne dans le référentiel terrestre.

3. Le mouvement du centre de Mars dépend du référentiel, il est relatif au référentiel d'étude.

22 **1.** Le référentiel géocentrique a pour objet de référence le centre de la Terre. Le repère d'espace associé est constitué de trois axes qui se coupent au centre du Soleil et qui sont orientés vers trois étoiles éloignées considérées fixes.

2. a. L'objet est sur l'équateur ; le rayon de sa trajectoire circulaire dans le référentiel géocentrique est égal au rayon de la Terre.

Donc $v = \dfrac{d}{\Delta t} = \dfrac{2\pi R_T}{T} = \dfrac{2\pi \times 6{,}38 \times 10^3 \times 10^3}{86\,164}$

$v \approx 465 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 1{,}67 \times 10^3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

b. Pour un objet immobile à Paris, le rayon de sa trajectoire est plus petit et la durée d'un tour est la même. La valeur de la vitesse d'un objet immobile à Paris dans le référentiel géocentrique est donc plus faible.

3. La valeur de la vitesse étant liée au référentiel, les deux personnages ont raison. Ils sont immobiles dans un référentiel terrestre, alors qu'ils sont en mouvement circulaire uniforme à la vitesse de valeur proche de 1 700 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ dans le référentiel géocentrique.

23 **1.** Un satellite géostationnaire est immobile dans un référentiel terrestre.

2. Un satellite géostationnaire possède un mouvement circulaire dans le référentiel géocentrique.

3. Un satellite géostationnaire tourne autour de la Terre en $T = 86\,164$ s. C'est la même durée que celle mise par la Terre pour effectuer un tour complet autour de l'axe des pôles.

4. $v = \dfrac{d}{T}$ avec $d = 2\pi R$ et $R = 42\,180$ km

$$v = \frac{2\pi \times 42\,180 \times 10^3}{86\,164} \approx 3{,}075\,8 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v = \frac{2\pi \times 42\,180}{86\,164} \times 3\,600 \approx 1{,}107\,3 \times 10^4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}.$$

24 Réponses aux pistes de résolution (p. 334)

1. L'orbite d'un satellite représente sa trajectoire. Dans le cas des satellites de la constellation O_3b, les satellites décrivent un cercle autour du centre de la Terre.

2. La longueur de l'orbite circulaire d'un satellite correspond au périmètre du cercle qu'il décrit.

3. La valeur v de la vitesse est reliée à la durée T mise par le satellite pour parcourir son orbite de longueur d par la relation $v = \frac{d}{T}$ où $d = 2\pi(R_T + h)$, h étant l'altitude du satellite.

4. Le **doc. 2** donne l'expression de la valeur de la vitesse du satellite : $v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)}}$

À partir de l'expression donnée à la question **3**, on déduit la durée T mise par le satellite pour effectuer un tour complet : $T = \frac{d}{v}$

Avec $d = 2\pi(6{,}38 \times 10^6 + 8\,063 \times 10^3) \approx 9{,}07 \times 10^7$ m

et $v = \sqrt{\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}98 \times 10^{24}}{(6{,}38 \times 10^6 + 8\,063 \times 10^3)}} \approx 5{,}26 \times 10^3\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

$T = \frac{d}{v} \approx \frac{9{,}07 \times 10^7}{5{,}26 \times 10^3} \approx 1{,}73 \times 10^4\ \text{s} \approx 288\ \text{min}$

En 24 h, le satellite fera donc $\frac{24 \times 60}{288} \approx 5$ tours.

Le satellite fera 5 passages par jour autour de la Terre.

Une réponse possible

• Introduction présentant la problématique :

Les satellites de la constellation O_3b sont en orbite circulaire à 8 063 km d'altitude à une vitesse de valeur constante. On cherche à déterminer le temps mis par un satellite pour effectuer un tour autour de la Terre afin de calculer le nombre de tours qu'il effectuera en 24 h.

• Mise en forme de la réponse :

La valeur de la vitesse du satellite en orbite circulaire à la distance $(R_T + h)$ du centre de la Terre, h étant l'altitude du satellite, se calcule à partir de la relation donnée dans le **doc. 2** :

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{(R_T + h)}}$$

L'altitude du satellite est donnée dans le **doc. 1** :

$$h = 8\,063\ \text{km, soit } 8\,063 \times 10^3\ \text{m}$$

Le rayon et la masse de la Terre sont données dans le **doc. 2** :

$R_T = 6{,}38 \times 10^3$ km, soit $6{,}38 \times 10^6$ m et

$M_T = 5{,}98 \times 10^{24}$ kg

Ainsi $v = \sqrt{\frac{6{,}67 \times 10^{-11} \times 5{,}98 \times 10^{24}}{(6{,}38 \times 10^6 + 8\,063 \times 10^3)}} \approx 5{,}26 \times 10^3\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

La distance d parcourue par le satellite pour effectuer un tour autour de la Terre correspond au périmètre du cercle de rayon $(R_T + h)$.

$d = 2\pi(R_T + h)$

$d = 2\pi(6{,}38 \times 10^6 + 8\,063 \times 10^3) \approx 9{,}07 \times 10^7$ m

La valeur v de la vitesse du satellite est reliée à la durée T mise par le satellite pour parcourir son orbite de longueur d par la relation $v = \frac{d}{T}$.

On peut alors calculer la période de révolution du satellite qui correspond à la durée mise pour effectuer un tour autour de la Terre :

$T = \frac{d}{v} \approx \frac{9{,}07 \times 10^7}{5{,}26 \times 10^3} \approx 1{,}73 \times 10^4\ \text{s} \approx 288\ \text{min}$

En 24 h, le satellite fera donc $\frac{24 \times 60}{288} \approx 5$ tours.

• Conclusion revenant sur la problématique :

En une journée, un satellite de la constellation O_3b parcourt 5 fois son orbite.

Grille d'évaluation pour le professeur : voir p. 45.

25

1. Ce mouvement du Soleil est observé dans un référentiel terrestre.

2. Le Soleil serait immobile dans le référentiel héliocentrique.

3. Le Soleil peut être en mouvement ou immobile. Un mouvement est donc relatif, car il dépend du référentiel choisi pour son étude.