Thème 2 : Mouvements et interactions

Partie 2. Relier les forces appliquées à un système à son mouvement

CHAP 14-EXOS Mouvement des Satellites et des Planètes - CORRIGE

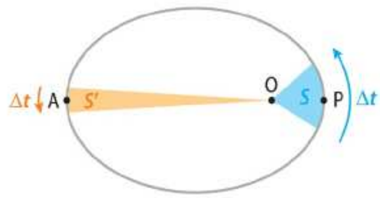
EXOS en autonomie : QCM p. 385/ER p. 386 à 389/EC n°30* et 45*

EXERCICES p. 390 et suiv. : n° 33.a-34 Q⁺-35-41-42-47.d-49-50-52-55-57+type BAC n° 60 et 61

33 On considère les différents satellites d'un même astre attracteur.

a. Schématiser l'orbite elliptique d'un de ces satellites et, à l'aide de la deuxième loi de Kepler, déterminer les points de l'orbite où la vitesse du satellite est minimale ou maximale.

33 a.



D'après la deuxième loi de Kepler, si l'aire balayée pendant la même durée reste la même, alors la vitesse du satellite est la plus élevée au périastre, P sur le schéma, et la plus faible à l'apoastre, A sur le schéma.

Q⁺ : sachant que $T^2/a^3 = 4\pi^2/GM$, déterminer la masse d'Uranus

34 Le tableau ci-dessous regroupe les demi-grands axes *a* et les périodes de révolution *T* de quelques satellites d'Uranus.

Satellite	Ariel	Umbriel	Titania	Obéron
a (en km)	193 020	266 300		
T (en j)	2,52		8,71	13,46

■ À l'aide de la troisième loi de Kepler, déterminer les données manquantes.

34

Satellite	Ariel	Umbriel	Titania	Obéron
a (en km)	193 020	266 300	$4{,}41 \times 10^5$	$5{,}90 \times 10^5$
T (en j)	2,52	4,08	8,71	13,46

$T^2/a^3 = 4\pi^2/GM$; $M = 4\pi^2 a^3/GT^2$

35 Le demi-grand axe de l'orbite de la Terre autour du Soleil vaut 1 ua (unité astronomique).

a. Quelle serait, en années, la période de révolution d'une planète située sur une orbite de demi-grand axe égal à 4 ua ?

b. Quelle serait, en ua, la valeur du demi-grand axe de l'orbite d'une planète de période de révolution égale à 27 ans ?

35 Avec la période *T* en années et le demi-grand axe *a* en ua, comme, pour la Terre, ces deux grandeurs valent 1, le quotient $\frac{T^2}{a^3}$ vaut 1 pour tous les satellites du Soleil.

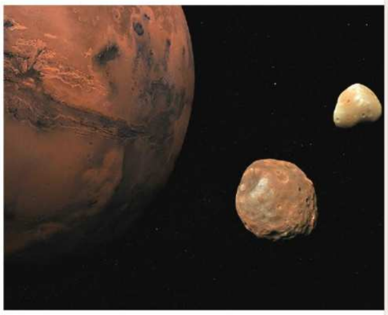
a. Si $a = 4$ ua, alors $T^2 = 4^3$ donc $T = 2^3 = 8$ années.

b. Si $T = 27$ ans, alors $a^3 = 27^2$ donc $a = 3^2 = 9$ ua.

41 Phobos et Deimos

Utiliser un modèle • Effectuer un calcul

Les deux satellites naturels de Mars sont Phobos (de période de révolution $T_P = 7{,}66$ h) et Deimos (de période $T_D = 30{,}35$ h).



a. Lequel des deux approche Mars au plus près ? Justifier.

b. Le demi-grand axe de l'orbite du satellite Phobos est $a_P = 9\ 377$ km.

À l'aide de la troisième loi de Kepler, déterminer le demi-grand axe a_D de l'orbite de Deimos.

41 a. Deimos est plus loin de Mars que Phobos, puisque sa période est plus grande.

b. La troisième loi de Kepler s'écrit $\frac{T_P^2}{a_P^3} = \frac{T_D^2}{a_D^3}$

d'où l'on déduit $a_D = a_P \sqrt[3]{\frac{T_D^2}{T_P^2}} = 2{,}35 \times 10^4$ km.

42 Au tableau

Établir une loi • Formuler des hypothèses

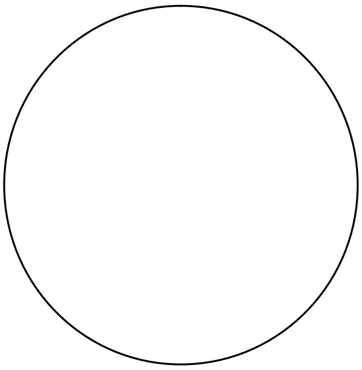
Les satellites terrestres sont souvent lancés sur des orbites quasi circulaires.

a. À l'aide de la deuxième loi de Kepler, montrer que si un satellite est en mouvement circulaire, alors il est nécessairement uniforme.

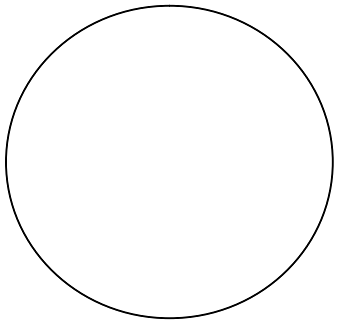
b. Montrer ce résultat à l'aide de la deuxième loi de Newton et de l'expression de l'accélération du satellite dans le repère de Frenet.

On définira soigneusement les notations utilisées et on précisera les hypothèses effectuées.

c. Retrouver ensuite la troisième loi de Kepler dans le cas d'une orbite circulaire.



42 a. Si la trajectoire d'un satellite est circulaire, alors la distance entre le satellite et l'astre attracteur est constante, donc pour une même aire balayée, la distance parcourue sur l'orbite est la même.
D'après la deuxième loi de Kepler, on en déduit que son mouvement est uniforme.



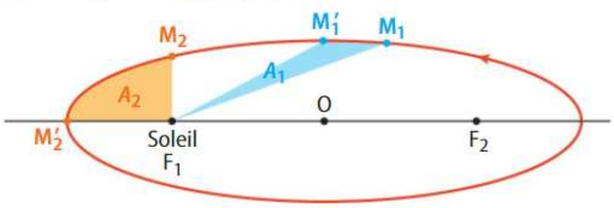
Si la trajectoire est circulaire :
$A_1 = A_2 = A_3 \Rightarrow \ell_1 = \ell_2 = \ell_3 \Rightarrow v_1 = v_2 = v_3$
la vitesse est constante, le mvt est circulaire uniforme

47 Chercher l'erreur

BAC

Exploiter un énoncé • Exercer son esprit critique

La figure suivante présente la trajectoire elliptique du centre de masse M d'une planète du système solaire dans le référentiel héliocentrique. Les foyers F_1 et F_2 et le centre O de l'ellipse sont indiqués.



d. Quelle grosse erreur comporte cette figure ?

Adapté du sujet de Bac Métropole, septembre 2007.

d. Sur cette figure, le point de l'orbite le plus proche du Soleil n'est pas sur le grand axe de l'ellipse. On peut donc en conclure que les foyers sont mal placés.

49 Naissance et mort d'un satellite géostationnaire

Schématiser une situation • Effectuer un calcul

Les satellites géostationnaires sont en orbite circulaire à $h_{gs} = 3{,}58 \times 10^4$ km au-dessus de l'équateur.

1. Ces satellites sont mis en orbite par étapes.
Une possibilité consiste à amener le satellite en orbite basse, à $h_{bas} = 200$ km au-dessus du sol et à le placer sur une orbite de transfert dont l'apogée est sur l'orbite géostationnaire et le périgée à l'endroit où le satellite se sépare du lanceur sur l'orbite basse.

a. Faire un schéma représentant la Terre, son centre T, l'orbite géostationnaire, l'orbite de transfert, son apogée A, son périgée P, les distances h_{gs}, h_{bas} et le rayon terrestre R_T.

b. En déduire la valeur du demi-grand axe a de l'orbite de transfert.

c. Un satellite géostationnaire a une période de révolution $T_{sid} = 86\,164$ s. À l'aide de la troisième loi de Kepler, déterminer la période T_{trans} de révolution du satellite sur son orbite de transfert.

d. Déterminer la durée minimale passée par le satellite sur son orbite de transfert.

2. Lorsqu'un satellite géostationnaire a terminé sa mission, il doit être dirigé vers une orbite cimetière à 300 km environ au-dessus de l'orbite géostationnaire.
Déterminer la période de révolution d'un tel déchet.

50 Démontrer et appliquer le cours

Établir une loi • Effectuer un calcul

On étudie un satellite terrestre de masse m, en mouvement circulaire à une altitude h au-dessus du sol terrestre. On supposera que ce satellite ne subit que la force gravitationnelle terrestre.

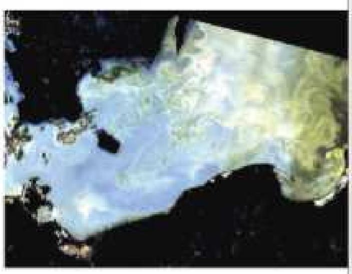
Donnée Masse de la Terre : $M_T = 5{,}97 \times 10^{24}$ kg

1. a. À l'aide de la deuxième loi de Newton dans un référentiel (supposé galiléen) à préciser, exprimer l'accélération $\vec{a}$ du satellite.
On représentera le vecteur accélération, ainsi que les grandeurs utiles, sur un schéma.

b. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme et que sa vitesse s'écrit $v = \sqrt{\dfrac{GM_T}{R_T + h}}$.

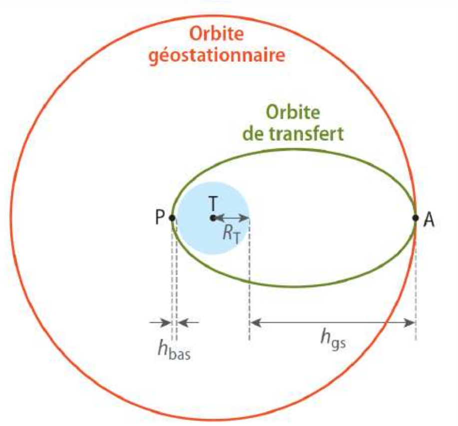
c. En déduire l'expression de la période T de révolution du satellite.

2. Le satellite Sentinel-3A, mis en orbite en 2016 par l'Agence spatiale européenne, a pour mission l'observation de l'environnement, notamment des océans.
Il est en orbite circulaire à 815 km du sol.
Combien de tours de la Terre fait-il chaque jour ?



Le tapis d'algues vertes recouvrant la mer Baltique, photographié par Sentinel-3A.

49 1. a.



b. Le demi-grand axe de l'orbite de transfert est :

$$a = \frac{2R_T + h_{bas} + h_{gs}}{2} = 2{,}44 \times 10^4 \text{ km}$$

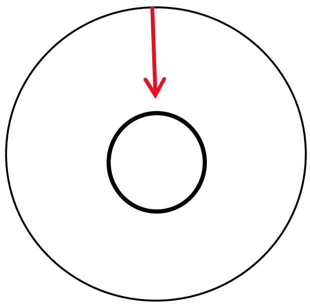
c. D'après la troisième loi de Kepler, $\dfrac{T_{sid}^2}{(R_T + h_{gs})^3} = \dfrac{T_{trans}^2}{a^3}$

d'où l'on déduit $T_{trans} = T_{sid}\sqrt{\dfrac{a^3}{(R_T + h_{gs})^3}} = 3{,}79 \times 10^4$ s.

d. Le satellite passe au minimum une demi-période sur son orbite de transfert, soit $1{,}89 \times 10^4$ s, soit 5,26 h.

2. L'orbite cimetière est à l'altitude $h_{cim} = h_{gs} + 300$ km. La période de révolution d'un déchet sur l'orbite cimetière est donc :

$$T_{cim} = T_{sid}\sqrt{\frac{(R_T + h_{cim})^3}{(R_T + h_{gs})^3}} = 8{,}71 \times 10^4 \text{ s}$$



50 1. a. Cours 1b p. 380 (manuel de l'élève)

b. Cours 2b p. 381 (manuel de l'élève)

2. L'altitude de ce satellite étant $h = 810$ km, le rayon de son orbite est $r = R_T + h$. La période de révolution d'un tel satellite est donc :

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM_T}} = 6{,}06 \times 10^3 \text{ s}$$

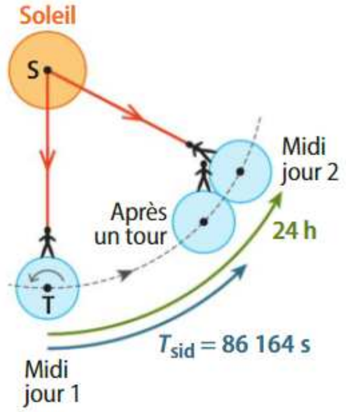
En un jour, soit 86 400 s, il fait donc :

$$\frac{86\,400}{6{,}06 \times 10^3} = 14{,}3 \text{ tours de la Terre}$$

52 Jour solaire et jour sidéral

Établir une loi • Effectuer un calcul

Le décompte du temps est basé sur le jour solaire (durée entre deux passages du Soleil à son zénith), découpé en 24 heures identiques, chacune découpée en 60 minutes, etc. Comme le montre le schéma ci-contre, le jour sidéral, durée mise par la Terre pour faire un tour sur elle-même, n'est pas identique au jour solaire car la Terre se déplace autour du Soleil.



a. Calculer le jour solaire T_{sol} en secondes.

b. En un an, soit 365 jours solaires, combien la Terre fait-elle de tours sur elle-même ?

c. En déduire que le jour sidéral vaut $T_{sid} = 86\ 164$ s. L'exprimer en heures, minutes, secondes.

52 a. $T_{sol} = 24 \times 60 \times 60 = 86\ 400$ s

b. En un jour solaire, la Terre fait un peu plus d'un tour sur elle-même. Au bout de 365 jours solaires, elle aura donc fait 366 tours sur elle-même.

c. On en déduit que $365T_{sol} = 366T_{sid}$

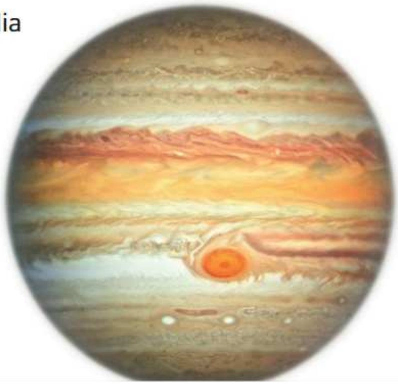
d'où $T_{sid} = \dfrac{365 \times 86\ 400}{366} = 86\ 164$ s $= 23$ h 56 min 4 s.

55 Masse de Jupiter

Réaliser et exploiter un graphique • Exercer son esprit critique

La troisième loi de Kepler lie le demi-grand axe a de l'orbite d'un satellite et sa période de révolution T : $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{GM}$ où M est la masse de l'astre attracteur.

- En utilisant la page Wikipédia « Satellites naturels de Jupiter », relever T et a pour au moins sept satellites de Jupiter.
À l'aide du tracé de $\ln(T)$ en fonction de $\ln(a)$, en déduire la masse de Jupiter.
La comparer à la valeur tabulée $M_J = 1{,}898 \times 10^{27}$ kg et commenter le résultat.



55 La relation $\dfrac{T^2}{a^3} = \dfrac{4\pi^2}{GM}$ s'écrit aussi $T^2 = \dfrac{4\pi^2}{GM}a^3$.

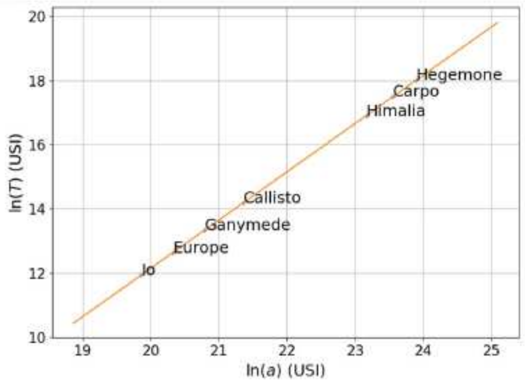
En prenant le logarithme népérien des deux membres de cette égalité, il vient $2\ln(T) = 3\ln(a) + \ln\left(\dfrac{4\pi^2}{GM}\right)$,

puis $\ln(T) = \dfrac{3}{2}\ln(a) + \dfrac{1}{2}\ln\left(\dfrac{4\pi^2}{GM}\right)$.

L'ordonnée à l'origine est $p = \dfrac{1}{2}\ln\left(\dfrac{4\pi^2}{GM}\right)$

d'où l'on extrait $\dfrac{4\pi^2}{GM} = e^{2b}$ puis $M = \dfrac{4\pi^2}{Ge^{2b}}$.

On relève les masses et fait le tracé demandé.



Le coefficient directeur de la droite obtenue est 1,50 USI (valeur attendue $\dfrac{3}{2}$ exactement) et l'ordonnée à l'origine, $p = -17{,}9$ USI. La masse de Jupiter calculée est ainsi $M = 2{,}18 \times 10^{27}$ kg. L'écart relatif est de 15 %, ce qui est assez important : la méthode fait intervenir dix puissance une grandeur déterminée graphiquement, donc la moindre petite erreur sur la détermination graphique induit une très grande erreur sur la masse calculée.

57 Satellite saturnostationnaire

Choisir un modèle • Établir une loi

La sonde spatiale Cassini, lancée par la NASA en 1997, a évolué dans le système saturnien entre 2004 et 2017 et a fourni de nombreuses informations sur Saturne, ses satellites et ses anneaux.
Le but de cet exercice est de chercher l'orbite sur laquelle il aurait fallu placer cette sonde pour qu'elle soit fixe par rapport au sol de Saturne (orbite saturnostationnaire).

Données
- Jour sidéral saturnien (durée mise par Saturne pour faire un tour sur elle-même) : $T_{Sat} = 10$ h 33 min
- Masse de Saturne : $M_S = 5{,}685 \times 10^{26}$ kg
- Rayon équatorial de Saturne : $R_S = 60\ 268$ km

a. On définit le référentiel de la planète Saturne, dans lequel Saturne est fixe, et le référentiel saturnocentrique, lié au centre de Saturne mais dans lequel Saturne tourne sur elle-même.
Lequel faut-il utiliser pour étudier le mouvement de la sonde ? Dans lequel de ces référentiels une sonde saturnostationnaire est-elle fixe ?

b. La période de révolution d'une sonde saturnostationnaire doit être le jour sidéral saturnien T_{Sat}.
Quelle autre condition la sonde doit-elle vérifier ?

c. En détaillant le raisonnement, montrer que la hauteur de l'orbite saturnostationnaire est :

$$h = \sqrt[3]{\frac{T_{Sat}{}^2 G M_S}{4\pi^2}} - R_S$$

Calculer sa valeur.

57 a. Le référentiel saturnocentrique est supposé galiléen pour l'étude de la sonde. La sonde est fixe dans le référentiel de Saturne.
b. La sonde doit aussi se trouver sur l'équateur de Saturne, sinon la sonde passera d'un hémisphère à l'autre.
c. Reprendre le cours pour montrer que :

$$h = \sqrt[3]{\frac{T_{Sat}{}^2 G M_S}{4\pi^2}} - R_S$$

On calcule $h = 5{,}121 \times 10^4$ km.

60 Voyage interplanétaire

Le lancement du robot Curiosity de la mission Mars Science Laboratory (MSL) a eu lieu le samedi 26 novembre 2011. Il s'est posé sur le sol martien le 6 août 2012.
Ce robot transporte du matériel scientifique destiné à l'analyse de la composition du sol et de l'atmosphère martienne.

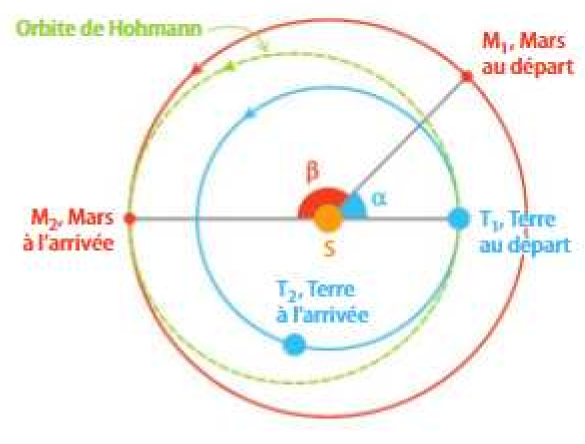
Vue d'artiste du robot Curiosity sur Mars.

Le but de cet exercice est d'évaluer les conditions à respecter sur les positions relatives de la Terre et de Mars lors du lancement de la mission.

Données
- Constante gravitationnelle : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ m^3·kg^{-1}·s^{-2}
- Distance Soleil-Terre : $R_1 = 1{,}50 \times 10^8$ km
- Distance Soleil-Mars : $R_2 = 2{,}28 \times 10^8$ km
- Période de révolution de Mars autour du Soleil : 1,88 an
- Masse du Soleil : $M_S = 1{,}99 \times 10^{30}$ kg

Doc. 2 Rencontre entre Curiosity et Mars

La figure ci-dessous donne les positions de la Terre et de la planète Mars au moment du départ et de l'arrivée de Curiosity.



On suppose que les deux planètes décrivent un mouvement circulaire et uniforme pendant le temps du voyage.
On lance le vaisseau de la Terre lorsque Mars se trouve au point M_1 sur son orbite, position initiale repérée par l'angle α représenté ci-dessus. Le point M_2 représente le lieu de rendez-vous entre le vaisseau et Mars.
On note β l'angle $(\widehat{SM_1, SM_2})$.

1. Montrer que la valeur du demi-grand axe de l'orbite de Hohmann est $a = 1{,}89 \times 10^8$ km.

2. La troisième loi de Kepler permet d'écrire $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S}$.

Doc. 1 Orbite de Hohmann

Dès les années 1920, Walter Hohmann étudie la manière la plus économique en énergie pour se rendre d'une planète à une autre.
Pour un voyage interplanétaire entre la Terre et Mars, la trajectoire du vaisseau est une ellipse de centre O. On appelle cette ellipse de demi-grand axe a l'orbite de Hohmann.
Le périhélie P (point le plus proche du Soleil) est sur l'orbite de la Terre et l'aphélie A (point le plus éloigné du Soleil) sur celle de Mars. Pour simplifier, les orbites de Mars et de la Terre autour du Soleil sont considérées comme circulaires et contenues dans le même plan.
Pour que ce voyage interplanétaire soit réussi, il faut d'abord que le vaisseau échappe à l'attraction de la Terre, puis qu'il utilise l'attraction du Soleil pour rejoindre le voisinage de Mars en empruntant l'orbite de Hohmann.
Dans l'étape finale c'est l'interaction gravitationnelle avec Mars qui doit être prépondérante pour que Curiosity puisse se poser sur son sol.

où a est le demi-grand axe de l'ellipse, T la période pour parcourir la totalité de l'ellipse, G la constante gravitationnelle et M_S la masse du Soleil.

2.1. Exprimer la durée Δt du voyage de Curiosity en fonction de a, G et M_S et vérifier l'homogénéité de cette relation par une analyse dimensionnelle.

2.2. Calculer la durée Δt.
Commenter le résultat obtenu par rapport à la durée de la mission.

3. Déterminer la valeur de l'angle α qui repère la position de Mars au départ, condition nécessaire à la réussite de la mission.

Adapté du sujet de Bac Métropole, 2014.

DES CLÉS POUR RÉUSSIR

1. Faire un schéma reprenant celui du doc. 2 et matérialiser les distances R_1 et R_2, ainsi que le grand axe de l'orbite de Hohmann, de longueur $2a$.

2.1. Repérer sur le schéma la portion de l'orbite de Hohmann suivie par la mission.

Fiche 5 p. 601

3. On connaît la durée Δt que met Mars pour parcourir l'angle β et la durée d'un tour complet : on peut en déduire β, puis α.

60 1. Le demi-grand axe de l'orbite de Hohmann est
$a = \dfrac{R_1 + R_2}{2} = 1{,}89 \times 10^8$ km.

2.1. La période s'écrit : $T = \sqrt{\dfrac{4\pi^2 a^3}{GM_S}}$

donc $\Delta t = \dfrac{T}{2} = \dfrac{1}{2}\sqrt{\dfrac{4\pi^2 a^3}{GM_S}}$.

D'après l'unité de G, la grandeur GM_S est en $m^3 \cdot s^{-2}$.
Le quotient $\dfrac{4\pi^2 a^3}{GM_S}$ est donc en s^2, et Δt est bien en s : la relation est homogène.

Exercice 48 p. 392 (manuel de l'élève)

2.2. On calcule $\Delta t = 2{,}24 \times 10^7$ s, soit 259 j. Entre le 26 novembre 2011 et le 6 août 2012, il s'écoule :
$30 - 26 + 31 + 31 + 28 + 31 + 30 + 31 + 30 + 31 + 6 = 253$ j
Ces grandeurs ne sont pas très cohérentes, vu que la mission inclut aussi la mise en orbite basse et les manœuvres de mise en place du robot, donc devrait être plus longue que la demi-orbite.
3. Pendant les 259 j du parcours de l'orbite, Mars parcourt la portion d'orbite repérée par l'angle β. Et il fait 360° sur son orbite en 1,88 an.

On a donc $\beta = 360° \times \dfrac{259}{1{,}88 \times 365} = 136°$

donc $\alpha = 180° - \beta = 44°$.

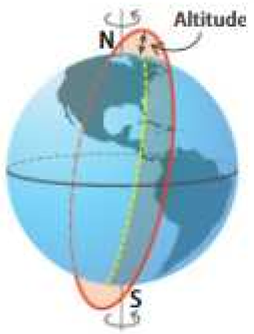
61 Satellites de télédétection

La télédétection par satellite permet d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre, l'atmosphère et les océans à des fins météorologique, océanographique, climatique, géographique, cartographique ou militaire. Cet exercice s'intéresse à deux familles de satellites de télédétection : SPOT (doc. 1) et Météosat (doc. 2).

Données
- Rayon moyen de la Terre : $R_T = 6{,}38 \times 10^3$ km
- Les mouvements sont étudiés dans le référentiel géocentrique, supposé galiléen.

Doc. 1 La filière SPOT

Depuis 1986, les satellites de la filière SPOT scrutent notre planète et fournissent des images d'une qualité remarquable, en décrivant une orbite circulaire à l'altitude $h_S = 832$ km, et quasi polaire, inclinée de 98,7° par rapport au plan de l'équateur et décrite avec une période de 101,4 min.



La zone terrestre observée évolue à chaque révolution du satellite dont le cycle orbital est de 26 jours ; c'est-à-dire que tous les 26 jours le satellite observe à nouveau la même région terrestre.

Doc. 2 Le programme Météosat

Les satellites Météosat sont géostationnaires. Ils ont pour mission d'effectuer des observations météorologiques depuis l'espace pour la prévision immédiate et l'évolution à long terme du climat. Ils ont l'avantage de fournir des images de vastes portions de la surface terrestre et de l'atmosphère, mais présentent l'inconvénient qu'un seul satellite géostationnaire ne suffit pas pour observer toute la Terre. Par ailleurs, les régions polaires leur sont hors de portée.

1. Mouvements des satellites SPOT et Météosat

1.1. Énoncer la deuxième loi de Kepler dans le cas général d'un satellite terrestre en mouvement elliptique. Illustrer cette loi par un schéma.

1.2. En déduire la nature des mouvements dans le cas particulier des satellites SPOT et Météosat.

1.3. Dans quel sens le satellite Météosat tourne-t-il autour de la Terre ? On s'appuiera sur un dessin sur lequel figurera la Terre avec une indication explicite sur son sens de rotation.

1.4. Déterminer la valeur de la vitesse v du satellite SPOT par rapport au référentiel géocentrique.

1.5. Énoncer la troisième loi de Kepler dans le cas d'un satellite terrestre en mouvement elliptique.
Préciser la signification de chaque terme.

1.6. En appliquant cette loi aux deux satellites étudiés, déduire la valeur de l'altitude h_M du satellite Météosat.

DES CLÉS POUR RÉUSSIR

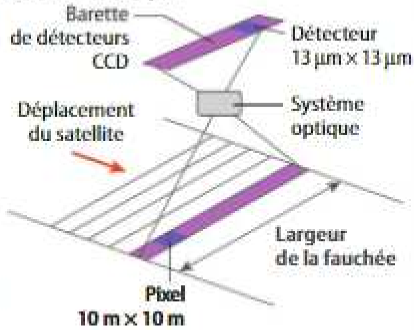
1.4. S'appuyer sur le doc. 1, où figurent des indications de période et d'altitude pour SPOT.

1.5. Attention, la troisième loi de Kepler où l'on explicite le second membre en fonction de la masse de l'astre attracteur ne sera jamais demandée à savoir par cœur, mais sera toujours redémontrée. Ici, ce n'est pas cela qui est attendu, comme l'indique la question **1.6.** qui mentionne deux satellites.

2.5. Raisonner sur la largeur de la fauchée et la longueur de l'équateur OU sur la durée d'une révolution et la durée écoulée entre deux observations du même point.

2. SPOT en mode panchromatique

Lorsque le satellite SPOT parcourt son orbite, il observe une large bande terrestre de plusieurs dizaines de kilomètres de large. Cette zone « couverte » est appelée la fauchée.



En mode panchromatique, les images réalisées par le satellite SPOT sont recueillies sur une barrette constituée de 6 000 détecteurs CCD et numérisées en niveaux de gris. Chaque détecteur est un carré de 13 µm de côté recueillant l'information provenant d'une zone terrestre de 10 m de côté.

2.1. Évaluer la largeur de la fauchée.

2.2. La fauchée correspondant à la n^e révolution de SPOT n'est pas identique à celle de la $(n-1)^e$ révolution. Se situe-t-elle davantage à l'est ou à l'ouest sur la Terre ? Illustrer par un schéma si nécessaire.

2.3. De quel angle la Terre tourne-t-elle entre deux révolutions du satellite ?
En déduire de quelle distance se déplace la fauchée au niveau de l'équateur entre deux révolutions.

2.4. Quelles sont les parties du globe les plus fréquemment « couvertes » par SPOT ?

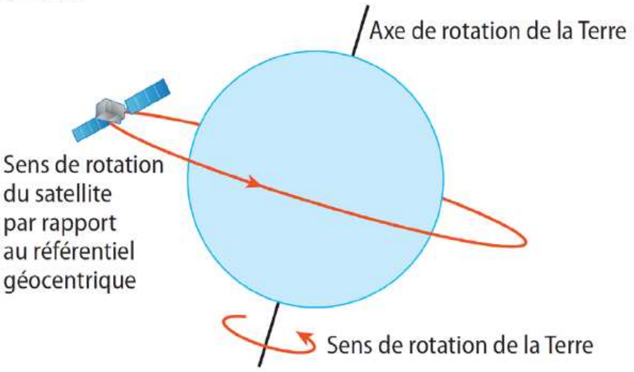
2.5. Combien de révolutions SPOT doit-il effectuer pour réaliser une observation complète de la Terre ? Commenter cette valeur.

Adapté du sujet de Bac Pondichéry, 2014.

61 1.1. Énoncé et schéma de la deuxième loi de Kepler : Cours 3b p. 382 (manuel de l'élève)

1.2. Les satellites SPOT et Météosat étant en mouvement circulaire dans le référentiel géocentrique, leur mouvement est donc uniforme.

1.3. Météosat tourne autour de la Terre dans le même sens que la Terre sur elle-même, donc d'ouest en est.



1.4. La période de SPOT est T_S = 101,4 min.
Sa vitesse par rapport au référentiel géocentrique a donc pour norme $v = \dfrac{2\pi(R_T + h_S)}{T_S} = 7{,}45 \times 10^3\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

1.5. Énoncé de la troisième loi de Kepler : Cours 3c p. 383 (manuel de l'élève)

1.6. D'après la troisième loi de Kepler :

$\dfrac{T_M{}^2}{(R_T + h_M)^3} = \dfrac{T_S{}^2}{(R_T + h_S)^3}$ où T_M est la période de révolution du satellite Météosat, qui est géostationnaire.

L'énoncé ne donnant pas le jour sidéral, on est conduit à prendre T_M = 24 h exactement.
On en déduit finalement :

$$h_M = (R_T + h_S)\sqrt[3]{\frac{T_M{}^2}{T_S{}^2}} - R_T = 3{,}59 \times 10^4\ \text{km}.$$

2.1. Puisqu'il y a 6 000 détecteurs et que chacun couvre 10 m, la fauchée vaut 60 km.

2.2. Puisque la Terre tourne vers l'est pendant que le satellite fait un tour, la fauchée correspondant à la n^e révolution de SPOT est plus à l'ouest que celle de la $(n-1)^e$ révolution.

2.3. En 24 h environ, la Terre tourne de 360° donc, en 101,4 min, elle tourne de $360° \times \dfrac{101{,}4}{24 \times 60} = 25°$.

La fauchée se déplace donc de :

$\dfrac{25°}{360°} \times 2\pi R_T = 2{,}83 \times 10^3$ km

2.4. Les parties du globe les plus fréquemment couvertes par SPOT sont les pôles.

2.5. Le doc. 1 indique que le satellite observe la même région tous les 26 jours. En 26 jours, le satellite réalise $\dfrac{26 \times 24 \times 60}{101{,}4} = 369$ tours. C'est bien plus que le strict nécessaire si les fauchées ne se recouvraient pas (il suffirait de $\dfrac{360°}{25°} = 15$ tours).