Date :E1 DEC 2014
Classe : T S
Durée : 110 min

Nom :
N° :

PHYSIQUE

L'usage d'une calculatrice PROGRAMMABLE EST autorisé

Ce document comporte **trois** exercices présentés

sur **six** pages numérotées de 1 à 6 y compris celle-ci.

EXRCICE I (3points)

De nombreuses activités humaines demandent un repérage précis (latitude, longitude, altitude) sur le globe terrestre ou dans son voisinage. Actuellement, le Global Positioning System (GPS) a supplanté toutes les autres technologies permettant de repérer sur le globe terrestre, avec une précision voisine de 20 m, un mobile équipé d'un récepteur.
Les ondes radio sont des ondes électromagnétiques comme les ondes lumineuses et se propagent à la célérité $c = 3{,}00 \times 10^8$ m/s dans le vide.

1. Quelle est la durée t émise par le signal pour aller du satellite S au récepteur R

si le satellite est situé à la verticale de R à l'altitude de 20 180 km ?

2. Pour une mesure unique, l'erreur sur la distance verticale est de 20 m en standard. Calculer l'erreur Δt sur la durée de propagation du signal. Comparer t et Δt, puis commenter.

3. En fait, entre le récepteur et le satellite, le signal traverse les couches successives de

l'atmosphère et se propage à une célérité différente de c. La fréquence et la longueur

d'onde du signal sont-elles modifiées lors de la traversée de l'atmosphère ? Justifier.

4. Pour une série de N mesures, les lois de la statistique montrent que l'erreur est

divisée par un facteur $\sqrt{N}$. Calculer N pour que l'erreur passe de 20 m à 20 cm.

EXERCICE I I (4 points)

La télédétection par satellite est l'ensemble des techniques qui permettent 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. Le processus de la télédétection repose sur le recueil, l'enregistrement et l'analyse d'ondes électromagnétiques diffusées par la zone observée.

Si les ondes électromagnétiques mises en jeu dans le processus sont émises par un capteur (exemple : un radar) puis recueillies par ce même capteur après interaction avec la zone terrestre observée, on parle de **télédétection active**. Si le capteur (exemple : un radiomètre) recueille directement la lumière visible ou infrarouge émise ou diffusée par la zone terrestre observée, on qualifie les ondes analysées d'ondes électromagnétiques naturelles et on parle de **télédétection passive**.

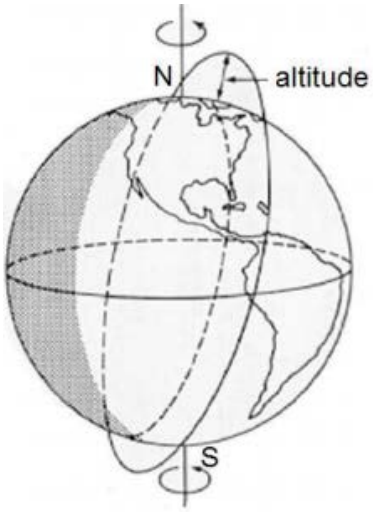
Cet exercice s'intéresse à deux familles de satellites de télédétection passive :
SPOT (document 1) et Météosat (document 2).

Données : Rayon moyen de la Terre : $R_T = 6{,}38 \times 10^3$ km.
Longueur d d'un arc de cercle de rayon R et d'angle α (exprimé en radian) : $d = \alpha.R$.

Document 1. La filière SPOT

SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre) est un système d'imagerie optique spatiale à haute résolution. Ce programme s'insère dans la politique d'observation de la Terre du CNES (Centre National d'Études spatiales). Depuis 1986, les satellites de la filière SPOT scrutent notre planète et fournissent des images d'une qualité remarquable, en décrivant une orbite dont les caractéristiques sont les suivantes

- Elle est circulaire et se situe à l'altitude h_S = 832 km.



- Elle est héliosynchrone, c'est-à-dire que l'angle entre le plan de l'orbite et la direction du Soleil est quasi-constant. Cela permet de réaliser des prises de vue à une altitude donnée avec un éclairement constant.

- Elle est 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. .

Document 2. Le programme Météosat

En Europe, l'Agence Spatiale Européenne a développé le programme Météosat dont le premier satellite a été lancé en 1977. Depuis cette date, sept satellites Météosat ont été lancés. Puis des satellites aux performances accrues (Meteosat Second Generation) leur ont succédé : Météosat-8 lancé en août 2002, puis Météosat-9 lancé en décembre 2005.

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.

** Un satellite **géostationnaire** paraît immobile par rapport à un point de référence à la surface de la Terre. Pour respecter cette propriété, il se situe forcément dans le plan de l'équateur, son orbite est circulaire et son centre est le centre de la Terre. Sa période de révolution est donc égale à la période de rotation de la Terre sur elle-même.*

Mouvements des satellites SPOT et Météosat

Les mouvements sont étudiés dans le référentiel lié au centre de la Terre, appelé référentiel géocentrique. Ce référentiel est supposé galiléen.

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

1.2. En utilisant la deuxième loi de Kepler, caractériser 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, par rapport au référentiel géocentrique ?

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 général d'un satellite terrestre en mouvement elliptique. On précisera la signification de chaque grandeur introduite.

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

EXERCICE III (4 points)

La mesure du temps est une question essentielle depuis... la nuit des temps. Elle a initialement été basée sur l'observation d'un phénomène régulier et répétitif qui permettait de caractériser des durées égales.

Les pendules de Galilée. ***Document 1***

Discours concernant deux sciences nouvelles – Galilée (1638)

J'ai pris deux boules, l'une en plomb et l'autre en liège, celle-là au moins cent fois plus lourde que celle-ci, puis j'ai attaché chacune d'elles à deux fils très fins, longs tous deux de quatre coudées ; les écartant alors de la position perpendiculaire, je les lâchais en même temps [...] ; une bonne centaine d'allées et venues, accomplies par les boules elles-mêmes, m'ont clairement montré qu'entre la période du corps pesant et celle du corps léger, la coïncidence est telle que sur mille vibrations comme sur cent, le premier n'acquiert sur le second aucune avance, fût-ce la plus minime, mais que tous les deux ont un rythme de mouvement rigoureusement identique. On observe également l'action du milieu qui, en gênant le mouvement, ralentit bien davantage les vibrations du liège que celles du plomb, sans toutefois modifier leur fréquence ; même si les arcs décrits par le liège n'ont plus que cinq ou six degrés, contre cinquante ou soixante pour le plomb, ils sont traversées en des temps égaux.

1) Répondre aux trois questions suivantes en justifiant à partir du document 1.

a) La masse m de la boule suspendue a-t-elle une influence sur la période du pendule ?

b) Le pendule en plomb est-il plus, moins ou autant sensible aux frottements que le pendule en liège ?

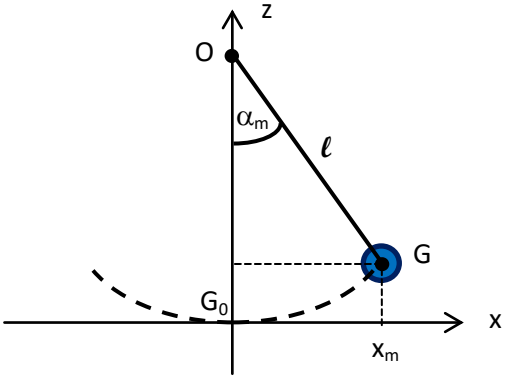
c) La période des oscillations dépend-elle des frottements ?

Données : *Une coudée = 0,573 m ; Accélération de la pesanteur : g = 9,81 m.s^{-2}*
La masse du pendule de plomb de Galilée est : m = 50 g

On réalise un pendule en suspendant une bille de plomb de masse m = 50 g et de centre d'inertie G, à un fil de longueur ℓ accroché en O comme l'indique la figure du **document 2**.

Document 2

On choisit la position à l'équilibre G_0 de G comme origine des altitudes z. Pour un amortissement faible, la pseudo-période T du pendule est voisine de sa période propre T_0.



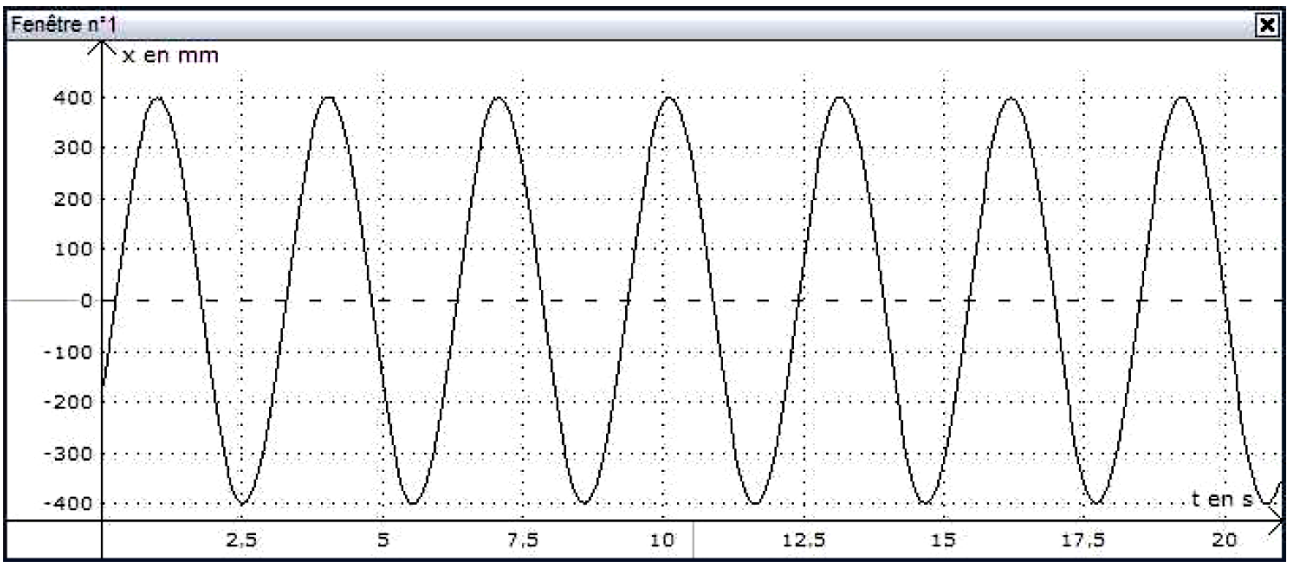
L'expression de la période propre du pendule est l'une des propositions suivantes :

$T_0 = 2\pi\sqrt{\ell}$; $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$; $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{g}{\ell}}$; $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\ell}}$

ℓ désigne la longueur du fil et m la masse du pendule.

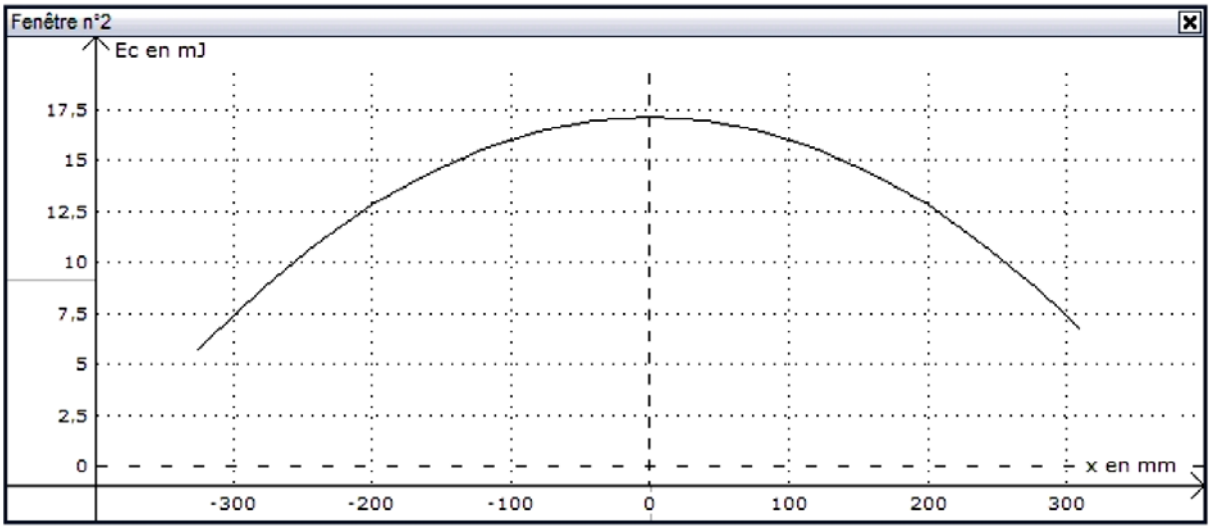
Un système informatique permet d'obtenir les mesures représentées sur les deux graphes du document 3 .

Document 3. Évolution de l'abscisse x du centre d'inertie G du système en fonction du temps



Document3

Variation de l'énergie cinétique du pendule en fonction de l'abscisse x du centre d'inertie G



2) À l'aide des documents et de vos connaissances, proposer une réponse argumentée pour montrer que **« le pendule réalisé aurait pu être celui de Galilée !**

<u>Pour cela</u>
À l'aide d'une analyse dimensionnelle, choisir l'expression de la période du pendule simple qui convient parmi celles proposées. Comparer de la manière la plus précise possible, la valeur calculée de la période du pendule de Galilée à celle du pendule réalisé expérimentalement, puis conclure.

3) Déterminer à partir du document 3 (fenêtre 1) la valeur de l'abscisse x_m.
En déduire la valeur de l'angle maximal α_m, en degré, décrit par le pendule.

4) Calculer la vitesse maximale v_m atteinte par le centre d'inertie G.