09/2005 National — Calculatrice interdite

EXERCICE III : LE TRANSIT DE VÉNUS DU 8 JUIN 2004 (5,5 points)

Le transit d'une planète correspond à son passage entre la Terre et le Soleil. Pour un observateur terrestre cela se manifeste par la présence d'un disque sombre sur le fond brillant du Soleil.
Les transits de Vénus sont des phénomènes extrêmement rares. On compte en effet environ 2 passages de Vénus devant le Soleil par siècle, mais aucun transit n'a eu lieu au cours du 20ème siècle. Au 19ème siècle les passages de la planète devant le disque solaire ont eu lieu en 1874 et en 1882. Au 21ème siècle, le même phénomène s'est reproduit très récemment le 8 juin 2004.
Le prochain transit de Vénus aura lieu le 6 juin 2012 mais il ne sera pas observable depuis la France.

La figure 5 est un montage photographique réalisé, en France, par un astronome amateur. On voit sur le même cliché quelques positions de ce transit.
À partir de ce cliché et des données astronomiques fournies, l'astronome amateur désire mesurer la vitesse orbitale de Venus

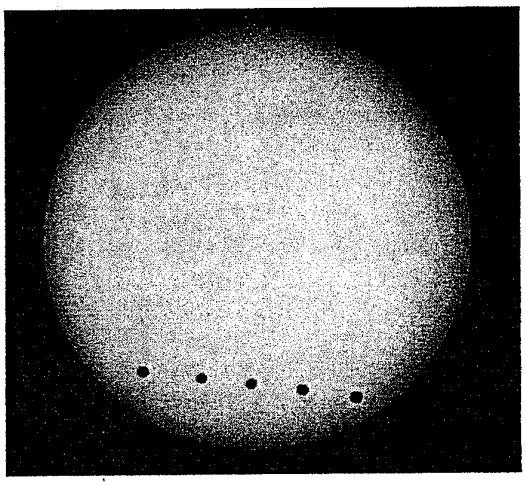


Figure 5

Quelques données astronomiques :

Soleil :	*Masse*	$M_1 = 2,0 \times 10^{30}$ kg
	Distance moyenne à la Terre	$R_1 = 1,5 \times 10^{8}$ km
	Diamètre	$D_1 = 1,4 \times 10^{6}$ km
Vénus :	*Distance moyenne au Soleil*	$R_2 = 1,0 \times 10^{8}$ km
	Masse notée M_2	
Constante de la gravitation :		$G = 6,6 \times 10^{-11}$ SI

Pour les applications numériques il faut choisir dans les aides fournies la valeur appropriée au résultat attendu.

1. Étude des caractéristiques du mouvement de Vénus

Dans tout l'exercice on assimilera la Terre et Vénus à leur centre d'inertie.
L'astronome amateur considère que la planète Vénus tourne autour du Soleil sur une trajectoire circulaire dont le centre est le centre d'inertie du Soleil.

1.1. Comment nomme-t-on le référentiel d'étude ?

1.2. Nommer, exprimer vectoriellement puis représenter sur un schéma la force exercée par le Soleil sur la planète Vénus.

1.3. Dans le référentiel d'étude, appliquer à Vénus la deuxième loi de Newton (on négligera l'action des autres planètes sur Vénus). En déduire l'expression du vecteur accélération.

1.4. Étude théorique de la vitesse orbitale de Vénus

1.4.1. *Le mouvement de la planète Vénus est uniforme.* Donner les caractéristiques du vecteur accélération de Vénus.

1.4.2. Retrouver, dans le référentiel choisi, l'expression de la vitesse de cette planète

$$v_2 = \sqrt{\frac{G.M_1}{R_2}}$$

1.4.3. En utilisant les données astronomiques fournies calculer, avec 2 chiffres significatifs, la valeur de cette vitesse.

Aide au calcul : $\sqrt{13} = 3,6$

1.5. Étude de la période de Vénus

1.5.1. Définir la période de révolution T_2 de la planète Vénus.

1.5.2. Exprimer cette période en fonction de la vitesse v_2 et de la distance R_2. Calculer la valeur de cette période (en secondes).

Aide au calcul : $2\pi \times 3,6 = 23$; $\frac{2\pi}{3,6} = 1,7$

1.6. La 3ème loi de Kepler

1.6.1. À partir des réponses aux questions 1.4.2 et 1.5.2, retrouver la 3ème loi de Kepler.

1.6.2. *Cette loi permet de déterminer la masse d'un astre central si les valeurs de la période et du rayon de l'orbite de l'un de ses satellites sont connues.*
Exprimer littéralement la masse M_1 du Soleil en fonction des données astronomiques nécessaires.

2. Exploitation du transit de Vénus

En France le 8 juin 2004, on a pu observer le début du transit de Vénus (appelé 1er contact) à 7 h 20 min et la fin du transit (appelé 3ème contact) à 13 h 04 min heure locale.
On prendra pour la durée de ce transit $t_{AB} = 2,0 \times 10^4$ *s*
La photographie donnée en introduction (Figure 5) est remplacée par le schéma ci-contre plus facilement exploitable (Figure 6).

On appelle A et B les points à la périphérie du Soleil correspondant au 1er et au 3ème contact.

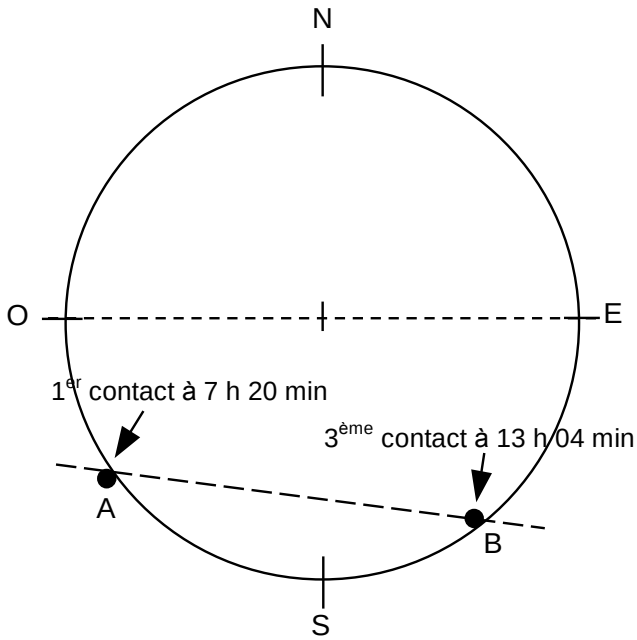


Figure 6

2.1. *On admet que, sur la Figure 6, le rapport des distances* $\frac{AB}{OE}$ *est égal à* $\frac{3}{4}$.

À l'aide des données astronomiques fournies calculer la distance AB à la surface du disque solaire.

2.2. *La planète Vénus se déplace dans l'espace entre la Terre et le Soleil. À chaque instant la position de la Terre, celle de Vénus et celle de la tache repérée sur le disque solaire sont alignées (voir la Figure n°7 ci-dessous).*

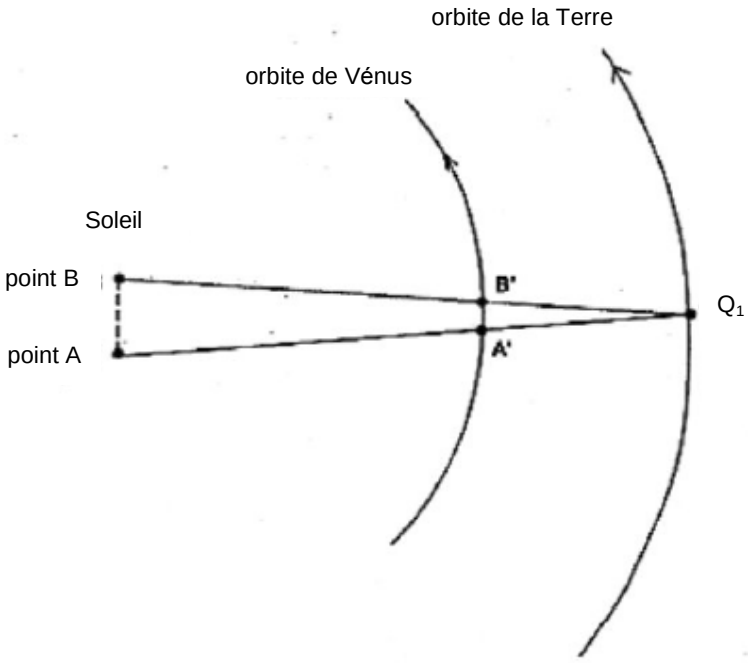


Figure 7 *(ce schéma n'est pas à l'échelle)*

2.2.1. *Dans un premier temps, l'astronome amateur considère que pendant la durée du transit de Vénus la Terre reste immobile, à la position Q_1 (voir Figure 7 ci-dessus), par rapport au Soleil.*
En considérant que la durée écoulée entre le premier contact et le troisième contact est égale à $t_{AB} = 2{,}0 \times 10^4$ s, montrer que la vitesse de Vénus déterminée à partir de la figure n°7 est alors voisine de $v_1 \approx 18$ km.s^{-1} (valeur inférieure à la valeur v_2 calculée en 1.4.3). On assimilera les segments A'B' et AB à deux segments parallèles.

2.2.2. *Pour expliquer cette différence entre les deux valeurs calculées l'astronome amateur veut vérifier s'il était légitime de considérer la Terre immobile à la position Q_1 pendant la durée du transit.*
Sachant que la Terre se déplace sur son orbite à le vitesse de 30 km.s^{-1} calculer la distance Q_1Q_2 parcourue par la Terre sur son orbite pendant la durée t_{AB}. La comparer à la distance AB et montrer qu'on ne peut considérer la Terre immobile durant cette période.

2.2.3. *Si durant la durée t_{AB} la Terre se déplace de la position Q_1 à la position Q_2 , la planète Vénus se déplace de la position A' à la position B" différente de B'.*
Sur la Figure 8 **DE L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE** placer le point B" pour montrer que la distance A'B" réellement parcourue par Vénus pendant la durée de l'occultation est supérieure à A'B'.

On peut ainsi retrouver par calcul la valeur de la vitesse orbitale de Vénus donnée dans les tables astronomiques, soit 35 km.s^{-1}.

ANNEXE EXERCICE III

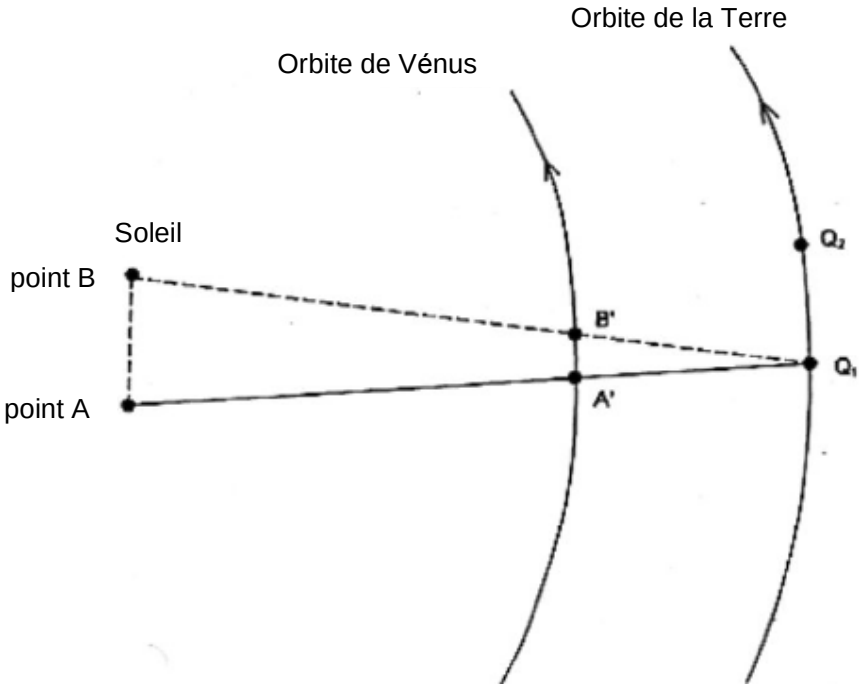


Figure 8