

## PHYSIQUE : DM n°0

- À rendre sur [pietrilaurent@yahoo.fr](mailto:pietrilaurent@yahoo.fr) pendant les vacances à la date butoir du 22 août. (Devoir noté)
- Scanning de la copie en un seul PDF (application téléphone CamScanner, Evernote Scannable...).

### I – Le pendule simple

Vous connaissez tous le modèle du pendule simple mais est-ce que Spiderman peut s'en inspirer.

1°) Faire un schéma d'un pendule simple à l'aide des coordonnées polaires. Retrouvez l'équation différentielle du système. Donnez son expression dans le cas de petits angles.

2°) Si  $\theta(0) = \theta_0$  et  $\frac{d\theta}{dt}(0) = 0$ . Donnez la solution  $\theta(t)$ .

3°) Spiderman saute d'immeuble en immeuble sous la forme d'un pendule simple : l'angle passe de  $-90^\circ$  à  $90^\circ$ . Cependant les fils de soies de Spiderman ne peuvent supporter que deux fois son poids.

1. Démontrer que la force de tension au niveau du pendule (monofil de spiderman) peut s'écrire :

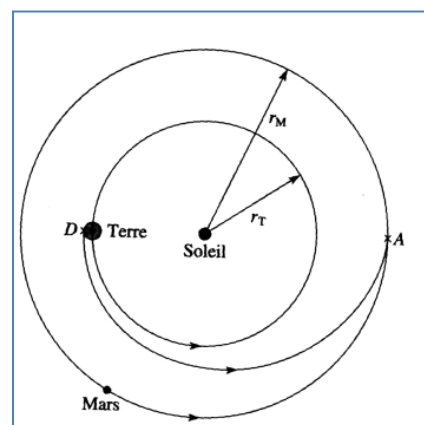
$$T = mg(3 \cos\theta - 2\cos\theta_0)$$

2. Spiderman héros ou arnaque ?

☛ : pour la 3a, il faudra appliquer le PFD puis un théorème énergétique par exemple.

### II – Voyage interplanétaire de la terre a mars

Pour envoyer un vaisseau spatial vers une autre planète, Mars dans cet exercice, on le place au préalable sur une orbite (dite de parking) autour de la Terre. Un moteur auxiliaire lui fournit alors l'énergie nécessaire pour le placer sur l'orbite interplanétaire ; le moment adéquat du transfert dépendant des positions relatives de la Terre et de la planète de destination. On suppose que la Terre et Mars décrivent des orbites circulaires autour du soleil, de rayons respectifs  $R_T=1\text{UA}$  et  $R_M=1,52\text{UA}$  (on rappelle que  $1\text{UA} = 150.10^6\text{km}$ ), situées dans le même plan (plan de l'écliptique), leurs vitesses respectives étant  $v_T=29,8\text{km.s}^{-1}$  et  $v_M=24,2\text{km.s}^{-1}$ . L'orbite de transfert (dite « orbite de Hohman » du nom de l'astronome qui l'a étudié le premier) est une ellipse tangente à l'orbite de la Terre au départ et à l'orbite de Mars à l'arrivée. Le départ du vaisseau a lieu quand il se trouve sur la face sombre de la Terre (point D), la vitesse du vaisseau sur son orbite de parking et celle de la Terre sur son orbite autour du Soleil étant de même sens. La position de Mars coïncide avec celle du vaisseau à l'arrivée de celui-ci (point A).



On suppose que le vaisseau n'est soumis qu'à l'attraction gravitationnelle du Soleil (on néglige celle de la Terre), que le rayon de l'orbite de parking est négligeable devant la distance Terre-Soleil et que la vitesse du vaisseau dans le référentiel héliocentrique au départ est la même que celle de la Terre sur son orbite autour du Soleil.

1°) Calculer la vitesse  $v_D$  du vaisseau en D sur l'ellipse de Hohman. En déduire la variation de vitesse du vaisseau et l'énergie que doivent fournir les moteurs.

2°) Calculer la vitesse  $v_A$  du vaisseau en A sur l'ellipse de Hohman. En déduire la variation de vitesse du vaisseau et l'énergie que doivent fournir les moteurs. Commenter.

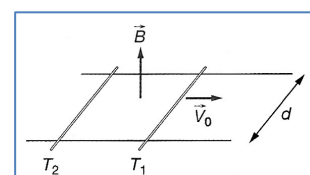
3°) Calculer la durée du transfert.

4°) Quelle était la position de Mars sur son orbite au départ du vaisseau pour que la rencontre soit possible ? On donnera la valeur de l'angle  $(SM_1, SA)$ , où A et  $M_1$  désignent les positions de Mars à l'instant initial et final.

☛ : Ce type d'exercices sort tous les ans à un concours. On ne peut pas se permettre d'être faible en mécanique et encore moins sur le chapitre des forces centrales.

### III – Course poursuite

Deux tiges  $T_1$  et  $T_2$  identiques (masse) sont mobiles sans frottement sur deux rails parallèles (distance  $d$ ) situés dans un plan horizontal. Un champ magnétique permanent uniforme et vertical règne en tout point. À l'instant initial, la tige  $T_1$  est animée d'une vitesse  $v_0$ , tandis que  $T_2$  est immobile. La résistance électrique de chaque tige est égale à  $R/2$  et on néglige la résistance des rails. Les frottements mécaniques sont négligés.



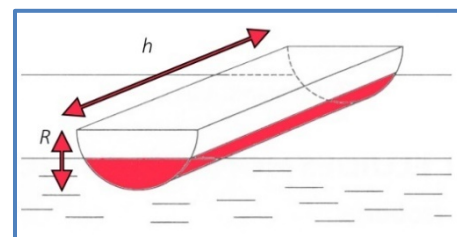
- Par une analyse qualitative, montrer que simultanément la tige  $T_2$  va se mettre en mouvement tandis que  $T_1$  va ralentir.
- Établir l'expression de la loi de variation de chacune des vitesses au cours du temps.
- Quel est l'état de mouvement après une durée suffisamment longue ?
- Parmi les grandeurs quantité de mouvement et énergie mécanique, quelle est celle qui se conserve, celle qui décroît ?

☞ : En plus de revoir l'induction, vous allez revoir la méthode de résolution d'équations couplées que l'on retrouve souvent dans différents domaines de la physique ou de la chimie.

#### IV – Oscillations d'un demi-cylindre flottant

Un demi-cylindre de rayon  $R$ , et de longueur  $h$ , flotte à la surface d'un liquide de masse volumique  $\rho$ .

- A l'équilibre le cylindre est enfoncé de  $\frac{R}{2}$  dans le liquide. Démontrer alors que sa masse volumique  $\mu$  peut s'écrire  $\mu = a\rho$  où  $a$  est une constante.
- Démontrer que la période des petites oscillations **verticales** de l'objet peut s'écrire  $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$  et  $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{R\gamma}}$  où  $\gamma$  est une constante.



☞ : On revoit les découpages en élément de surface et le principe des petites oscillations autour d'une position d'équilibre.

#### V – Les jumelles s'en mêlent

Pour observer la Lune et ses reliefs, Jupiter et ses satellites, ainsi que beaucoup d'autres objets diffus de la voûte étoilée, une bonne paire de jumelles peut suffire. Pour que les jumelles soient adaptées à une observation astronomique, leur grossissement doit être de  $\times 10$  ou plus et les jumelles doivent disposer d'une ouverture assez importante. Chaque jumelle de la paire fonctionne sur le principe de la lunette astronomique avec un objectif et un oculaire coaxiaux. Notons que dans chaque jumelle sont installés des prismes qui permettent de compacter l'instrument et de redresser l'image mais nous n'en tiendrons pas compte ici.

La fiche technique des jumelles indique les caractéristiques suivantes :

Grossissement (valeur absolue)	15
Diamètre de l'objectif	70 mm
Pupille de sortie	4,7 mm
Dégagement oculaire	18 mm



FIGURE 1 – Jumelles astronomiques

FIGURE 2 – Positions des oeillets

1°) Faire un schéma d'une seule jumelle de la paire (avec un objectif et un oculaire) en fonctionnement afocal et déterminer l'expression du grossissement d'une jumelle en fonction des distances focales de l'objectif et de l'oculaire.

2°) Indiquer alors graphiquement le diamètre de la pupille de sortie (auss appelé cercle oculaire) qui est l'image de l'objectif par l'oculaire. Pourquoi a-t-on intérêt à placer son œil au niveau du cercle oculaire ?

3°) Le constructeur appelle dégagement oculaire, la distance entre l'œil et l'oculaire lorsque l'œil est posé sur l'ocilleton en caoutchouc en position normale.

- Déterminer la distance focale de l'objectif et de l'oculaire.
- Vérifier que la taille de la pupille de sortie est cohérente avec la donnée du constructeur.
- À quoi sert la possibilité de rabattre les oeillets des jumelles ? (voir figure 2)

☞ : Savoir faire des tracés d'optique géométrique en PC est très important. L'optique sera une grosse partie pratique en classe de PC avec l'électricité.