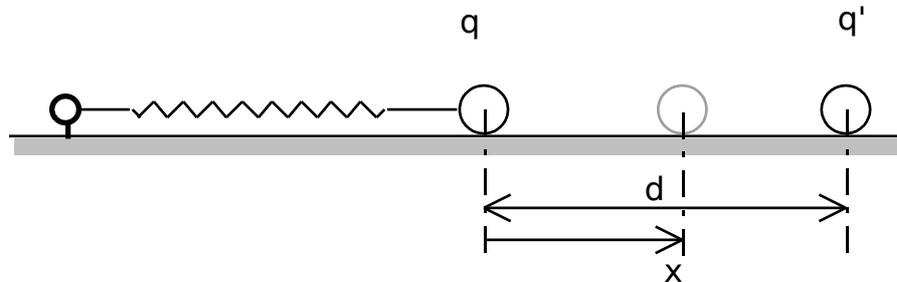


## a.-Équilibre

### Exercice 1

Une masse attachée à un ressort de constante  $k$  peut glisser sans frottement sur un plan horizontal. Cette masse porte une charge  $q$ . A la distance  $d$  de la position d'équilibre de la masse attachée au ressort on fixe une charge  $q'$ .



- Exprimer les forces qui s'exercent sur la charge  $q$  quand elle se trouve à une distance  $x$  de sa position d'équilibre.
- Comment pourrait-on trouver la nouvelle position d'équilibre ?

### Exercice 2

A quelle distance de la Terre, selon un axe Terre-Soleil, un corps sera-t-il en équilibre sous l'action de ces deux astres ?

### Exercice 3

Une fusée, de masse  $m$ , peu après sa mise à feu se tient en équilibre sans appui sur le sol.

- Déterminer la poussée des moteurs à ce moment.
- Déterminer la poussée des moteurs lorsque la fusée a une accélération vers le haut.
- Application numérique :  $m = 50'000$  [kg],  $a = 20$  [ $\text{m/s}^2$ ].

## *b.- Chute libre et chute avec frottement*

### Exercice 4\*

Montrer que dans le champ de la pesanteur les corps tombent tous avec la même accélération, indépendamment de leur masse.

En est-il de même pour des corps chargés électriquement tombant dans un champ électrique ?

### Exercice 5\*

Une sphère de diamètre  $d$  et de masse volumique  $\rho$  tombe dans l'eau. L'écoulement est laminaire.

- Représenter sur un croquis toutes les forces agissant sur la bille.
- Déterminer la vitesse limite de la bille.
- Exprimer l'accélération de la bille pour une vitesse  $v = 1/2 \cdot v_{\text{lim}}$ .
- L'accélération de la bille est-elle constante.
- Application numérique :  $d = 0,40$  [cm],  $\rho_{\text{bille}} = 2,5 \cdot 10^3$  [kg/m<sup>3</sup>].

### Exercice 6

Quelles sont les dimensions d'une goutte de pluie qui tombe dans l'air à une vitesse constante de 0,5 [m/s].

### Exercice 7

Une goutte d'eau, de rayon  $r$ , a une vitesse limite dans l'air  $v_{\text{lim}}$ . Quelle serait la vitesse limite dans l'air d'une goutte de rayon  $2r$  ?

### Exercice 8\*

Un parachutiste, d'une masse de 100 [kg] (équipement compris), évolue en chute libre. Dans quel domaine se situent les vitesses limites si les coefficients  $C$  et  $S$  varient entre :

$$C = 0,80 \quad S = 80 \text{ [dm}^2\text{]} \quad \text{et} \quad C = 0,20 \quad S = 15 \text{ [dm}^2\text{]}$$

### Exercice 9\*

On lâche depuis le fond d'une piscine un ballon de 200 [g] et de 20 [cm] de diamètre. Calculer la vitesse limite du ballon si l'écoulement est laminaire et s'il est turbulent. Lequel est le plus probable ?

### Exercice 10

Un homme, d'une masse de 100 [kg], décide de descendre d'une hauteur de 10 [m] au moyen d'une corde qui passe sur une poulie. A l'autre extrémité de la corde, il attache un sac de sable de 70 [kg] en guise de contre poids.

- A quelle vitesse touche-t-il le sol?
- Peut-il faire quelque chose pour réduire sa vitesse ?

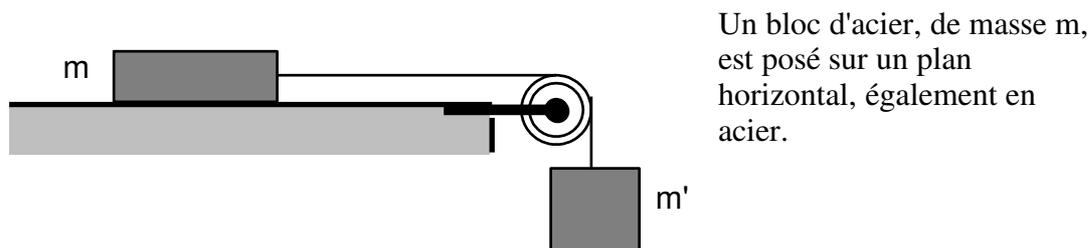
### c.- Plan horizontal, plan incliné

#### Exercice 11\*

Une caisse de masse  $m$  est posée sur le sol. Le coefficient de frottement statique est  $\mu_0$  et le coefficient dynamique vaut  $\mu = 2/3 \cdot \mu_0$ .

Calculer l'accélération de la caisse si on la tire avec une force qui est supérieure de 10% à la force de frottement statique.

#### Exercice 12\*



- Quelle est la masse maximum  $m'$  (limite) que l'on peut suspendre sans que le système ne se mette en mouvement.
- On accroche au fil une masse  $m'' > m'$ . Déterminer l'accélération du système.
- Déterminer  $m''$  limite pour laquelle le système se déplace à vitesse constante.
- Application numérique :  
 $m = 5,0$  [kg],  $m'' = 3,8$  [kg],  $\mu_0 = 0,74$ ,  $\mu = 0,57$

#### Exercice 13

Une voiture a une section apparente de  $1,2$  [m<sup>2</sup>] et un coefficient de frottement  $C = 0,32$ . La puissance de son moteur est considérée comme constante et vaut  $42$  [kW].

En négligeant les frottement autres que ceux dus à l'air calculer la vitesse maximum de la voiture.

#### Exercice 14\*

Un bloc est posé sur une surface plane inclinée. Les coefficients de frottement sont  $\mu_0$  et  $\mu$ .

- Quel angle  $\alpha_{\max}$  peut-on donner au plan sans que le bloc ne glisse?
- Quelle est l'accélération du bloc si pour l'angle  $\alpha_{\max}$  on le pousse légèrement pour le mettre en mouvement.
- Applications numériques :
  - $\mu_0 = 2,3$ ,  $\mu = 1,2$
  - Le bloc et le plan sont en acier.
  - Le bloc et la plan sont en Téflon.

### Exercice 15

On projette vers le haut d'un plan incliné un corps de masse  $m$  avec une vitesse initiale  $v_0$ . L'angle d'inclinaison du plan par rapport à l'horizontale est  $\alpha$  et les frottements sont négligeables.

- Quelle la hauteur maximum atteinte par le corps ?
- Quel temps mettra-t-il pour monter ?
- Quelle vitesse atteindra-t-il en revenant à son point de départ ?
- Application numérique :  $\alpha = 30^\circ$ ,  $v_0 = 1,0$  [m/s]

### Exercice 16\*

Un mobile, de masse  $m$ , aborde un plan incliné d'angle  $\alpha$  avec une vitesse  $v_0$ . Les coefficients de frottement sont  $\mu_0$  et  $\mu$ .

- Trouver le chemin parcouru par le mobile le long du plan incliné (jusqu'à l'arrêt du mobile).
- A quelle relation le coefficient statique  $\mu_0$  doit-il répondre pour que le mobile ne recule pas après son arrêt ?
- Application numérique :  $\alpha = 35^\circ$   $v_0 = 5,0$  m/s  $\mu_0 = 0,78$   $\mu = 0,62$   
Calculer la distance que ce mobile parcourt avant de s'arrêter. Repart-il en arrière ?

## *d.- MUA*

### Exercice 17\*

Un lanceur de boulet propulse celui-ci avec une vitesse de 14 [m/s]. L'angle que fait le vecteur vitesse avec l'horizontale est de  $45^\circ$  et la masse du boulet est de 7,0 [kg].

- Donner les équations du mouvement en négligeant le frottement de l'air.
- Calculer la force de frottement de l'air sur le boulet et indiquer si celle-ci est négligeable par rapport à la force de pesanteur.

### Exercice 18\*

Un enfant lance une balle depuis son balcon. Celle-ci part d'une hauteur 5,5 [m] par rapport au sol et sa vitesse initiale est de 17 [m/s] en faisant un angle de  $40^\circ$  avec l'horizontale. On ne tient pas compte de frottement dans ce problème.

- Déterminer les vecteurs vitesse et position .
- Déterminer la trajectoire.
- Déterminer le temps de vol de la balle.
- A quelle distance de l'enfant touche-t-elle le sol ?
- Quelle est la hauteur maximale atteinte ?

## e.- MCU, MCUA

### Exercice 19\*

Calculer l'altitude d'un satellite géostationnaire, c'est-à-dire d'un satellite situé dans le plan de l'équateur et qui reste toujours à la verticale du même point sur Terre.

### Exercice 20\*

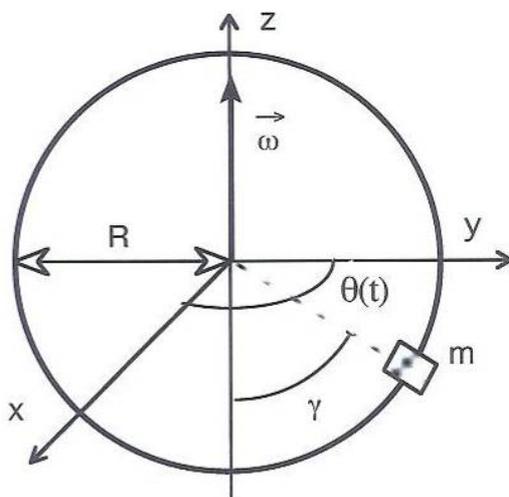
- Comparer la force de gravitation et la force électrique entre le proton et l'électron d'un atome d'hydrogène (rayon de l'orbite électronique :  $r = 0,30 \cdot 10^{-10}[\text{m}]$ ).
- En supposant que l'orbite de l'électron est circulaire quelles seraient l'accélération et la vitesse de celui-ci ?

### Exercice 21\*

Un camion d'une masse de 2000[kg] et roulant à 54 [km/h] prend un virage de 150 [m] de rayon. La route est horizontale.

- Dessiner toutes les forces subies par le camion (plan + profil).
- Calculer l'intensité des forces d'interaction entre les pneus et la route.
- Sur le pont du camion se trouve une caisse de 60 [kg]. Quel doit être le coefficient de frottement minimum entre le pont et la caisse pour que celle-ci ne glisse pas ?

### Exercice 22



Un cercle en acier, de rayon  $R$ , tourne autour de son diamètre vertical à la **vitesse angulaire constante**  $\omega = 12 \text{ rad/s}$ .

Une bague de masse  $m$  peut se déplacer le long du cercle **sans frottement**.

Lorsque la vitesse angulaire vaut  $\omega$ , la bague fait un angle  $\gamma$  par rapport à la verticale.

$$R = 20 \text{ cm} \quad \omega = 12 \text{ rad/s} \quad m = 80 \text{ g}$$

- Dessiner toutes les forces qui agissent sur la bague. Dessiner ensuite la résultante de ces forces en justifiant sa position.
- Exprimer l'intensité de la force résultante en fonction de  $F_p$ .
- Calculer l'intensité de la force résultante et la valeur de  $\gamma$  pour une vitesse angulaire
- $\omega = 12 \text{ [rad/s]}$ .
- Calculer la valeur de  $\gamma$  pour une vitesse angulaire  $\omega' = \omega/2 = 6,0 \text{ [rad/s]}$ .

### Exercice 23\*

Un objet de masse  $m = 125$  [g] tourne à la fréquence de  $15$  [Hz] à  $40$  [cm] d'un centre de rotation  $O$  lorsqu'il subit une accélération angulaire constante  $\alpha = 3,5$  [rad/s<sup>2</sup>] à partir de l'instant  $t = 0$  [s] où il franchit l'axe  $x$ .

- Exprimer  $\theta(t)$  et  $\omega(t)$
- Calculer la fréquence de rotation atteinte par le mobile au temps  $t = 2,7$  [s].
- Calculer les composantes tangentielle et centripète de la force résultante agissant sur l'objet au temps  $t = 2,7$  [s].

## *f.- Mouvement harmonique simple (MHS)*

### Exercice 24\*

Une petite masse attachée à un ressort oscille avec une amplitude de  $35$  mm. Elle effectue  $20$  oscillations complètes en  $6,5$  [s].

Calculer :

- la pulsation  $\omega$ ,
- la vitesse maximale,
- l'accélération maximale,
- la vitesse à  $10$  mm de la position d'équilibre,
- la vitesse à  $20$  mm de la position d'équilibre.

### Exercice 25\*

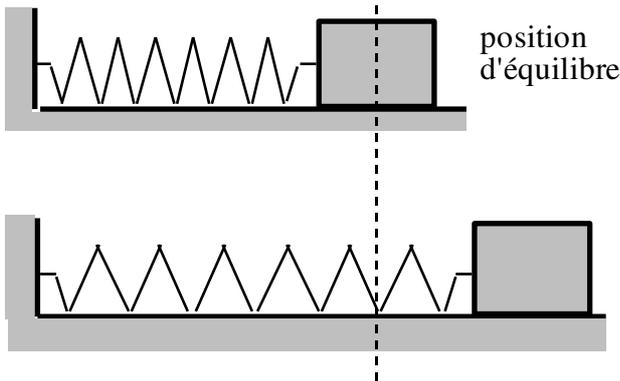
Par quel facteur faut-il multiplier la masse d'un objet accroché à un ressort afin de doubler sa période?

### Exercice 26

Un objet est en mhs et son mouvement est décrit par :  $x(t)$  [mm] =  $15 \cos(10\pi t)$ .

Déterminer :

- l'amplitude et la période,
- la position et la vitesse pour  $t = 0,040$  [s].

Exercice 27\*

Une masse  $m_1$ , attachée à un ressort, oscille horizontalement autour de sa position d'équilibre avec une fréquence de 2,5 [Hz] et une amplitude de 24 [cm].

On suppose que le frottement entre la masse et le plan est négligeable.

- Indiquer toutes les forces agissant sur la masse ainsi que la force résultante.
- Établir l'équation différentielle du mouvement, donner sa solution et en déduire l'expression de  $\omega$ .
- Calculer la constante  $k$  du ressort sachant que la masse  $m_1 = 75$  g.
- On pose sur la masse  $m_1$  une autre masse  $m_2 = 50$  [g]. Déterminer l'amplitude maximale de l'oscillation pour que la masse  $m_2$  reste solidaire de la masse  $m_1$  si le coefficient de frottement entre les deux masses est  $\mu_0 = 0,22$ .

Exercice 28\*

Un ressort de 300 mm de longueur est suspendu à un point fixe. Une masse de 150 [g] est accrochée à l'extrémité inférieure du ressort, dont la longueur est alors de 355 [mm]. On tire la masse en la déplaçant de 3 [cm] vers le bas puis on la lâche en la laissant osciller.

Calculer :

- la constante du ressort,
- la période,
- la vitesse maximale de la masse, et déterminer pour quelle position l'on a  $v = v_{\max}$ ,
- même question pour l'accélération de la masse,
- calculer la tension maximale et minimale du ressort.

Exercice 29

Un pendule simple est constitué par une bille métallique d'une masse de 24 grammes suspendue à un fil rigide de masse négligeable et de 1,5 mètre de longueur. On déplace la bille de sa position d'équilibre jusqu'à ce que la hauteur de son centre de masse se soit élevée de 20 mm au dessus de la position d'équilibre, puis on laisse le pendule osciller.

Déterminer :

- l'approximation pour le mouvement harmonique simple (mhs) est-elle pertinente ?
- la période de ce système,
- la vitesse maximale de la bille,
- la valeur maximale de la tension du fil,
- l'angle entre le fil et la verticale lorsque la tension est maximale.

Exercice 30

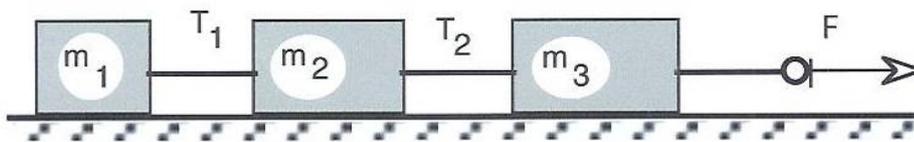
On dispose d'un ressort, d'un chronomètre, d'une règle et de plusieurs masses différentes. Décrire une méthode permettant de mesurer  $g$ , l'accélération de la pesanteur, à l'aide de ce matériel

Exercice 31

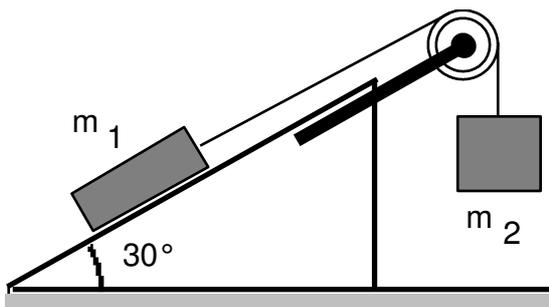
Une pendule neuchâteloise est transportée sur la Lune. Est-elle toujours exacte?

*g.- Forces de liaison*Exercice 32

On tire, avec une force  $F$ , trois blocs de masse  $m_1$ ,  $m_2$  et  $m_3$  sur une table horizontale. Les blocs sont reliés entre eux et glissent sans frottement.



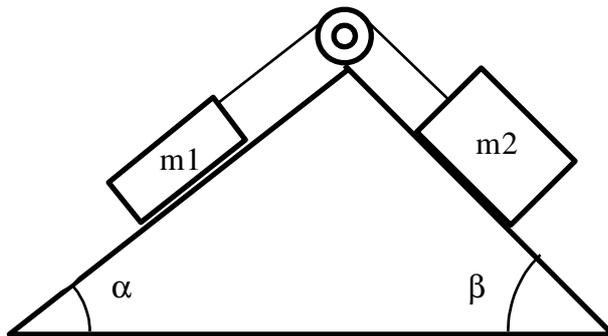
- En connaissant  $F$  et la masse de chaque bloc, exprimer  $T_1$  et  $T_2$ .
- Application numérique :  $F = 60$  [N];  $m_1 = 10$  [kg];  $m_2 = 20$  [kg];  $m_3 = 30$  [kg].

Exercice 33\*

Deux blocs sont reliés par une corde qui passe sur une poulie.

L'un des blocs, de masse  $m_1$ , glisse sans frottement sur un plan incliné formant un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. L'autre bloc, de masse  $m_2$ , est suspendu par la corde.

- Calculer l'accélération du système.
- Déterminer la tension dans la corde.
- Application numérique:  $m_1 = 3,0$  [kg],  $m_2 = 2,0$  [kg],  $\alpha = 30^\circ$

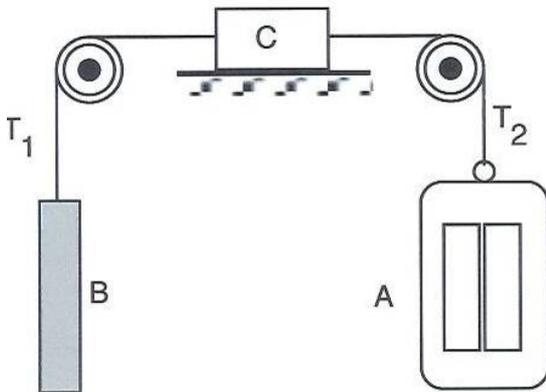
Exercice 34\*

Le coefficient de frottement entre la masse  $m_1$  et le plan est  $\mu_1 = 0,24$  alors que la masse  $m_2$  glisse sans frottement.

$$\alpha = 30^\circ \text{ et } \beta = 45^\circ$$

$$m_1 = 2,3 \text{ [kg]} \text{ et } m_2 = 3,8 \text{ [kg]}$$

- Calculer l'accélération du système.
  - Calculer la tension dans la corde.
- c) Pour  $\alpha$  et  $\beta$  donnés, exprimer littéralement le coefficient de frottement pour que le système se déplace à vitesse constante.

Exercice 35

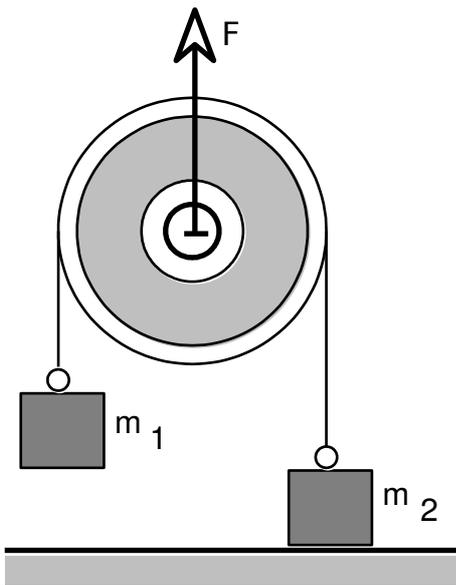
Le croquis montre les composants d'un monte charge: la cage (A), le contre poids (B), le mécanisme d'entraînement (C), ainsi que les câbles et les poulies.

La masse de la cage est de 1100 [kg] et celle du contre poids de 1000 [kg].

On néglige les forces de frottement ainsi que la masse du câble et des poulies.

La cage accélère vers le haut à  $2,0 \text{ [m/s}^2\text{]}$ .

- Quelle est la valeur de la tension  $T_1$  ?
- Quelle est la valeur de la tension  $T_2$  ?
- Quelle force exerce le mécanisme d'entraînement sur le câble ?

Exercice 36

Un individu exerce une force  $F$ , vers le haut, sur l'axe d'une poulie.

Les masses de la corde et des poulies sont négligeables.

La force de frottement de la poulie est négligeable.

On attache deux masses,  $m_1$  de 1,0 [kg] et  $m_2$  de 2,0 [kg], aux extrémités de la corde qui passe dans la poulie.

La masse  $m_2$  est en contact avec le sol.

- Représenter les forces agissant sur la poulie et sur chacune des masses.
- Quelle est la valeur maximale que peut prendre  $F$  sans que  $m_2$  ne quitte le sol ?
- Quelle est la tension dans la corde lorsque  $F$  vaut 100 [N] ?
- Calculer l'accélération de  $m_1$  en prenant la tension trouvée en c).
- Calculer l'accélération de  $m_2$  en prenant la tension trouvée en c).

Exercice 37

Deux corps, posés sur un plan incliné, sont reliés entre eux par un câble. Le corps du bas a une masse  $m_1$  et les coefficients de frottement sont  $\mu_{01}$  et  $\mu_1$  (statique et dynamique). Le corps du haut a une masse  $m_2$  et le coefficient de frottement est  $\mu_{02}$ .

- Avec  $\mu_{01} < \mu_{02}$  calculer l'angle maximum  $\alpha$  que le plan peut avoir sans que le système ne se mette à glisser.
- Calculer la force de tension du câble dans cette situation.
- Calculer l'accélération du système si l'angle  $\alpha'$  est supérieur à l'angle maximum  $\alpha$ .
- Calculer la tension dans le câble si l'accélération du système vaut  $a$ .
- application numérique:

$$\begin{array}{lll}
 m_1 = 36 \text{ [kg]} & \mu_{01} = 0,34 & \mu_1 = 0,30 \\
 m_2 = 56 \text{ [kg]} & \mu_{02} = 0,60 & \mu_2 = 0,55 \\
 \alpha' = \alpha + 10^\circ & & 
 \end{array}$$

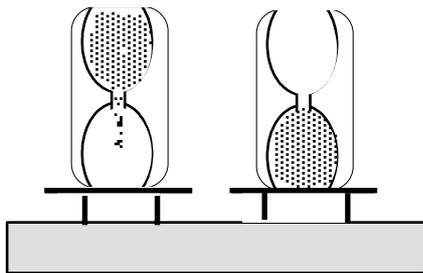
## *h.- Questions supplémentaires*

### Exercice 38

De quelle manière devrait-on descendre un objet dont la force de pesanteur est de 500 [N] avec une corde qui ne peut supporter une force supérieure à 400 [N]?

### Exercice 39

Deux sabliers identiques sont posés sur une balance à deux plateaux. Celle-ci est équilibrée. Que se passe-t-il si on retourne l'un des sablier?



### Exercice 40

A cause du renflement de la Terre près de l'équateur, la source du Missipi, bien que située plus haut que le niveau de la mer, se trouve plus près du centre de la Terre que son embouchure. Comment ce fleuve peut-il couler dans ces conditions ?

### Exercice 41

Pourquoi les corps à la surface de la Terre n'ont-ils pas une force de pesanteur plus grande à minuit qu'à midi. A minuit, la force d'attraction du Soleil s'ajoute à celle de la Terre. A midi, elle se soustrait !

### Exercice 42

Tantôt la Lune est en conjonction avec le Soleil, tantôt elle est en opposition avec lui.

Calculer la variation de l'accélération de la Terre vers le Soleil lorsque la Lune passe d'une position à l'autre? Exprimer en % le rapport entre cette variation et l'accélération .

### Exercice 43

Un véhicule imaginaire est propulsé par de l'eau éjectée d'un réservoir porté par le véhicule. Quels sont les différents facteurs qui interviendraient dans le calcul de l'accélération de ce véhicule. Négliger les frottements.

