

# TD 14

## Dynamique newtonienne

📎 Application directe du cours

🌟 Exercice incontournable

↔ Pour approfondir ou réviser.

### Ex. 1 Exercices du cours 📎

Les exercices du cours des exercices typiques de dynamique. Assurez-vous de savoir les traiter parfaitement. Prêtez attention à la rédaction.

### Ex. 2 Mesure d'un coefficient de frottement fluide 🌟

Une bille en acier, de masse volumique  $\rho_a = 7,5 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$  et de rayon  $R = 5 \text{ mm}$ , tombe dans un flacon d'huile de masse volumique  $\rho_g = 0,92 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ . La chute de la bille est photographiée tous les  $1/50$  de seconde et les images assemblées dans la FIGURE 1. Entre les graduations 500 et 50 de la colonne, on mesure 24,2 cm.

Outre son poids, la bille est soumise à la poussée d'Archimède et à une force de frottement fluide  $\vec{f} = -6\pi\eta R \vec{v}$ , avec  $\eta$  une constante appelée viscosité dynamique de la glycérine. L'accélération de la pesanteur vaut  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$ .

1. Justifier par des observations expérimentales que la bille atteint un régime permanent.
2. Établir l'équation du mouvement de la bille. On introduira un temps caractéristique  $\tau$  ainsi que la vitesse limite  $v_{\text{lim}}$  atteinte par la bille. Combien de temps dure le régime transitoire ?
3. À l'aide des données expérimentales, déterminer la viscosité  $\eta$  de l'huile. De quelle huile peut-il s'agir ?

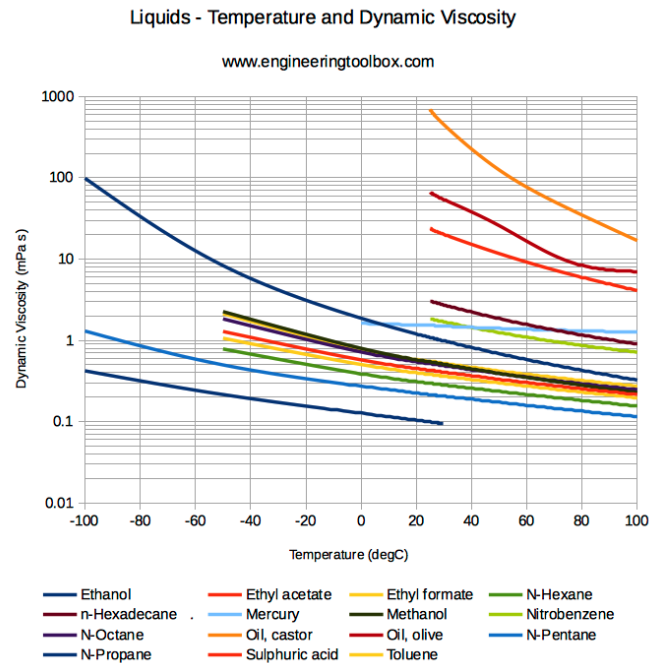
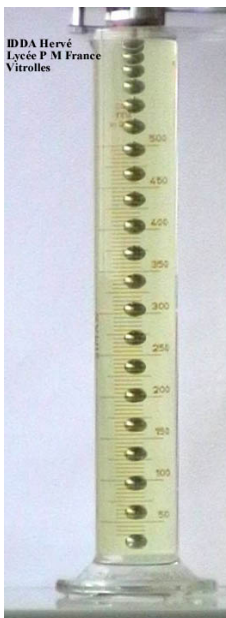


FIGURE 1. Photographies successives de la chute d'une bille dans une colonne d'huile (© Hervé Idda [http://www.spc.ac-aix-marseille.fr/phy\\_chi/Menu/Video/Tableau/Presentation.htm](http://www.spc.ac-aix-marseille.fr/phy_chi/Menu/Video/Tableau/Presentation.htm)) et courbes expérimentales de la viscosité dynamique de quelques liquides.  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ .

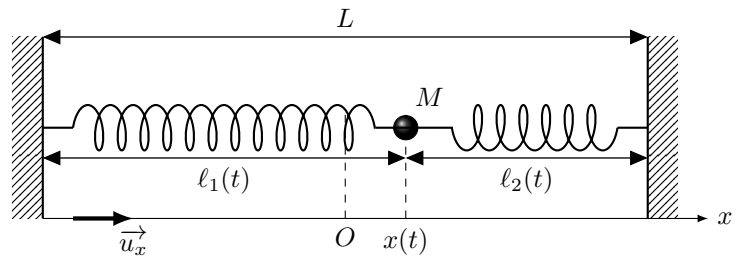
### Ex. 3 Glissement sur un plan horizontal ★

On considère un objet de masse  $m = 2 \text{ kg}$  sur un plan horizontal ( $Oxy$ ). Après un choc, une vitesse initiale  $v_0 \vec{u}_x$  est communiquée à l'objet, avec  $v_0 = 2 \text{ m.s}^{-1}$

1. On suppose tout d'abord que l'objet glisse sans frottement. Écrire l'équation horaire de son mouvement.
2. Les frottements de l'objet sur le plan sont maintenant pris en compte : le coefficient de frottement cinétique est  $f_c = 0,2$ . Écrire l'équation horaire du mouvement de l'objet. Au bout de quelle distance l'objet s'arrête-t-il ?

### Ex. 4 Oscillateur à deux ressorts ★

On considère rail sur lequel un chariot peut glisser. Le rail guide le mouvement et une soufflerie intégrée permet de supprimer les frottements. On modélise ce système à l'aide du schéma ci-contre.



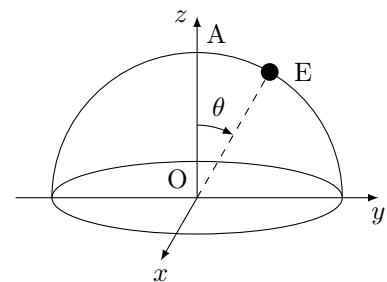
Le chariot assimilé à un point matériel  $M$  de masse  $m$  est assujéti à se déplacer sans frottements selon un axe  $Ox$ . Par ailleurs, le mobile est accroché à deux ressorts identiques de raideur  $k$  et de longueur à vide  $l_0$ , reliés eux-même aux extrémités du banc mécanique de longueur  $L$ . Le ressort de gauche est repéré par l'indice 1, celui de droite par l'indice 2. À l'instant  $t$ , le point  $M$  est repéré par son abscisse  $x(t)$ .

1. Déterminer les longueurs  $l_1$  et  $l_2$  des ressorts 1 et 2 à l'instant  $t$ , en fonction de  $L$  et  $x(t)$ .
2. Réaliser un bilan complet des forces.
3. En déduire l'équation différentielle du mouvement.
4. La résoudre pour trouver l'équation horaire du mouvement (c'est-à-dire l'expression littérale de  $x(t)$ ) en prenant pour conditions initiales  $x(0) = 0$  et  $\dot{x}(0) = v_0$ .
5. En déduire l'équation horaire de la vitesse.
6. Tracer les courbes représentatives de  $x(t)$  et  $v(t)$  sur un même schéma.

### Ex. 5 Toboggan sur une demi-sphère ★

Dans une aire de jeu, un enfant, assimilé à un point matériel  $E$  de masse  $m$  a réussi à monter au sommet  $A$  d'une demi-sphère en métal de rayon  $R$ . À  $t = 0$ , l'enfant se lance légèrement et quitte la position  $A$  avec une vitesse de départ quasi-nulle. Il glisse ensuite sans frottements sur la demi-sphère.

1. Déterminer la vitesse de l'enfant en fonction de  $\theta$  lorsqu'il glisse sur la demi-sphère.
2. Pour quelle valeur  $\theta_0$  de  $\theta$  l'enfant décolle-t-il de la demi-sphère ?



### Ex. 6 Pendule conique ⇔

On étudie un pendule conique constitué d'un point matériel  $M$  de masse  $m$  suspendu à un fil de longueur  $\ell$ .

Le point matériel est en rotation uniforme autour de l'axe ( $Oz$ ) à la vitesse angulaire constante  $\omega$ .

1. Donner la relation entre  $\omega$  et l'angle de déviation  $\alpha$  du pendule par rapport à la verticale.
2. À partir de quelle vitesse angulaire le pendule décolle-t-il de l'axe de rotation ?

