

## CMP-hR 9 – « F = ma » et frottement

Voici quelques exercices « standard » sur les derniers sujets traités.

### Exercice 1. Chute d'un objet – le problème de la dynamique

On souhaite étudier le mouvement de chute d'un ballon initialement lancé de l'altitude  $z(0) = h$  avec une vitesse verticale  $v_0$  (vers le haut ou vers le bas).

- 1) Faire un schéma.
- 2) Déterminer l'équation différentielle qui permet de déterminer son altitude  $z(t)$  à partir du principe fondamental de la dynamique.
- 3) De quel type d'équation différentielle s'agit-il ?
- 4) Déterminer sa solution générale.
- 5) Vérifier que la solution générale  $z(t)$  est bien solution de l'équation différentielle.
- 6) Déterminer  $z(t)$  en tenant compte des conditions initiales.
- 7) Tracer la solution pour  $v_0 > 0$ ,  $v_0 < 0$ ,  $v_0 = 0$ .

### Exercice 2. Frottement statique

On veut déterminer l'angle  $\theta_{\max}$  au delà duquel une voiture garée sur une route en pente ne tiendra pas sur place, dans le cas d'une route sèche puis dans le cas d'une route mouillée. On donne :

	Cas statique	Cas cinétique
glace sur glace	0,1	0,03
bois-bois	0,4	0,2
acier-acier	0,7	0,6
acier-bois	0,2-0,6	0,15-0,55
pneu sur route sèche	0,6-1	0,6
pneu sur route humide	0,6	0,3

- 1) Faire un schéma.
- 2) Tracer les vecteurs force qui s'appliquent sur la voiture et écrire les conditions d'équilibre.
- 3) Ecrire la relation qui permet de déterminer  $\theta_{\max}$ .
- 4) Donner une expression littérale de  $\theta_{\max}$ .
- 5) Vérifier l'homogénéité de la solution obtenue.
- 6) Déterminer la valeur de  $\theta_{\max}$  pour les deux cas considérés.

### Exercice 3. Frottement dynamique

Une voiture de masse  $m = 1000$  kg, roulant initialement à vitesse  $V = 60$  km/h, se met à glisser sur une route mouillée à l'instant  $t = 0$ . Quelle distance va-t-elle parcourir avant de s'arrêter ?

Hypothèses : la trajectoire de la voiture est droite, dans la direction d'un axe  $x$ . La position à  $t = 0$  peut être choisie comme étant  $x = 0$ .

- 1) Faire un schéma.
- 2) Faire le bilan des forces qui s'appliquent sur la voiture.
- 3) Déterminer la force résultante qui agit sur la voiture dans la direction du mouvement.

- 4) Utiliser le principe fondamental de la dynamique pour déterminer l'équation différentielle qui permet de déterminer l'évolution temporelle de la position  $x(t)$ .
- 5) Résoudre cette équation pour déterminer la solution générale  $x(t)$ .
- 8) Vérifier que la solution trouvée est bien solution de l'équation différentielle.
- 9) Déterminer  $x(t)$  en tenant compte des conditions initiales.
- 10) Quelle est la condition à poser pour déterminer la distance totale parcourue par la voiture avant de s'arrêter ?
- 11) En déduire la distance parcourue  $x_{\text{tot}}$  (expression littérale puis application numérique).
- 12) Tracer la solution  $x(t)$ . Que se passe-t-il après que  $x$  ait atteint  $x_{\text{tot}}$  ? Justifier ce résultat en raisonnant sur la physique impliqué dans le problème.

**Question d'approfondissement : le frottement nous aide à avancer ?**

Pourquoi peut-on marcher sur le béton et pas sur la glace ? Essayer de dessiner les forces en jeu entre l'homme et le sol pour répondre à cette question. Comparer à la figure 28 du poly de cours.

