

49

## Au tableau

### Utiliser un modèle • Effectuer un calcul

Une voiture de masse  $m = 950 \text{ kg}$  accélère sur une route droite horizontale. L'accélération de la voiture a pour norme  $a = 3,20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ . L'accélération est possible grâce aux frottements des roues sur la route.

On négligera les frottements de l'air.

- a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur la voiture et les représenter sur un schéma.
- b. En utilisant la deuxième loi de Newton, donner les caractéristiques de la force de frottement de la route, responsable de l'accélération de la voiture.
- c. Quelle est la vitesse de la voiture au bout de 5,0 s ?
- d. Quelle distance a-t-elle alors parcourue ?

## 50 Ascension d'un super héros

BAC

Exploiter un énoncé • Effectuer un calcul

Le héros de bande dessinée Rocketeer utilise un réacteur dorsal pour voler. L'éjection de gaz exerce sur le héros une force verticale et orientée vers le haut, appelée force de poussée. On étudie le système {Rocketeer + équipement} de masse  $m = 120 \text{ kg}$  dont on néglige la variation de masse (due à l'éjection des gaz). Initialement immobile, le système connaît une ascension durant  $\Delta t = 3,0 \text{ s}$ .



Les réacteurs dorsaux sont aujourd'hui disponibles, même si on n'est pas un super héros.

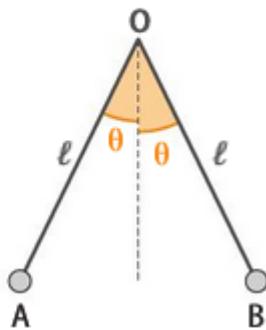
- a. Déterminer la valeur minimale de la force de poussée assurant le décollage du super héros.
- b. On suppose la force de poussée de norme  $1,66 \times 10^3 \text{ N}$ . Déterminer la norme de l'accélération du système.
- c. En déduire les équations horaires de la vitesse et de la position sur un axe vertical ascendant.
- d. En déduire l'altitude  $y_1$  et la vitesse  $v_1$  atteintes à la fin de l'ascension.

Adapté du sujet de Bac Amérique du Nord, 2015.

### 53 On s'écarte

Utiliser un modèle • Effectuer un calcul

Deux billes métalliques A et B identiques de masse  $m$  sont chacune reliées à un fil isolant de longueur  $\ell$  fixé à son autre extrémité en un point O. Un dispositif permet de communiquer à chacune une même charge électrique  $q$ . Les deux billes se repoussent alors l'une l'autre et atteignent un équilibre où les fils font un angle  $\theta$  avec la verticale. Toute action de l'air sera négligée.



a. Faire le bilan des forces subies par la bille A.

Représenter ces forces sur un schéma.

b. En utilisant une loi de Newton à préciser, établir le lien entre  $q$  et les paramètres du problème.

c. Calculer  $|q|$  si  $\ell = 10 \text{ cm}$ ,  $m = 1,0 \text{ g}$  et  $\theta = 20^\circ$ .

## 55 Tout schuss

Schématiser une situation • Effectuer un calcul



La première section d'une piste de saut à ski est une piste rectiligne de longueur  $L = 75 \text{ m}$  inclinée d'un angle  $\theta = 39^\circ$  au-dessus de l'horizontale. Un skieur de masse  $m = 80 \text{ kg}$  glisse sans vitesse initiale.

Il acquiert, à l'issue de cette première section, une vitesse  $v_f = 98 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

- En négligeant toute action de l'air, déterminer la norme, supposée constante, des frottements de la piste sur les skis.

## 61 Résolution de problème Viscosité d'une huile moteur

Dans les moteurs à combustion, on minimise les frottements entre les pièces en utilisant des huiles (doc. 1).

On souhaite déterminer expérimentalement la viscosité d'une huile moteur. Pour cela, on filme la chute verticale d'une balle dans cette huile moteur avec une caméra numérique. L'exploitation du film avec un ordinateur permet de déterminer les valeurs de vitesse de la balle en fonction du temps (doc. 2).

Adapté du sujet de Bac Antilles, septembre 2004.

### Doc. 1 Viscosité et loi de Stokes

Pour des vitesses faibles, la loi de Stokes permet de modéliser la force de frottement fluide  $\vec{f}$  agissant sur un corps sphérique en fonction de la viscosité  $\eta$  de l'huile, du rayon du corps sphérique  $R$  et de sa vitesse de déplacement  $\vec{v}_G$  :  $\vec{f} = -6\pi\eta R\vec{v}_G$  avec  $\eta$  en Pa·s,  $R$  en m et  $v_G$  en m·s<sup>-1</sup>.

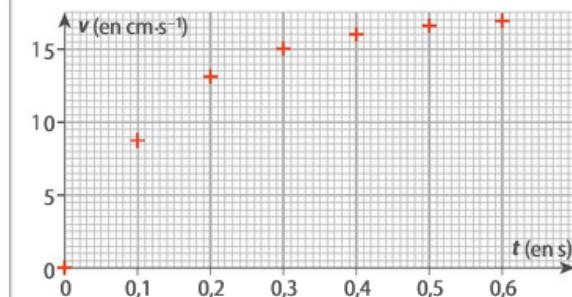
Viscosités de quelques huiles moteur à 20 °C :

Huile	SAE 10	SAE 30	SAE 50
$\eta$ (en Pa·s)	0,088	0,290	0,700

### Données

- Caractéristiques de la balle : masse  $m = 35,0$  g ; rayon  $R = 2,00$  cm ; volume  $V = 33,5$  cm<sup>3</sup>
- Masse volumique des huiles :  $\rho_{\text{huile}} = 0,910$  g·cm<sup>-3</sup>
- Norme du champ de pesanteur :  $g = 9,81$  m·s<sup>-2</sup>
- Expression de la résultante des forces pressantes exercées sur la balle (poussée d'Archimède) :  $\vec{F}_A = -\rho_{\text{huile}}V\vec{g}$

### Doc. 2 Vitesse de la balle en chute dans l'huile



### QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

- a. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'on peut écrire :

$$\frac{d\vec{v}_G}{dt} = \vec{g} \left( 1 - \frac{\rho_{\text{huile}}V}{m} \right) - \frac{6\pi\eta R}{m} \vec{v}_G$$

- b. Jusqu'à quel instant le mouvement de la balle est-il accéléré ? Comment qualifier le mouvement ensuite ? D'après la question précédente, déterminer l'expression de la vitesse limite  $v_{\lim}$  atteinte par la balle.

### PROBLÈME

Identifier l'huile moteur étudiée parmi les huiles du doc. 1.

## 62 Propulsion d'un palet au hockey

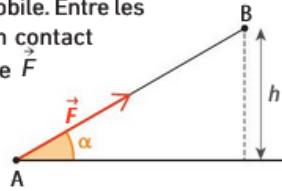
Pratiqué depuis l'Antiquité sous le nom de « jeu de crosses », le hockey sur gazon est un sport olympique depuis 1908. Il se pratique sur une pelouse naturelle ou synthétique, de dimensions quasi identiques à celles d'un terrain de football. Chaque joueur ou joueuse propulse la balle avec une crosse.



Dans cet exercice, on étudie la première phase du lancer de la balle de centre de masse  $G$  et de masse  $m$ , dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

Durant cette phase, on néglige toutes les actions liées à l'air, ainsi que le poids de la balle.

Au point A, la balle est immobile. Entre les points A et B, elle reste en contact avec la crosse. La force  $\vec{F}$  exercée par la crosse sur la balle, supposée constante, est représentée ci-contre.



### Données

- Masse de la balle :  $m = 160 \text{ g}$
- Norme du champ de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- Le segment AB représentant la trajectoire de la balle est incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  avec l'horizontale.

**1.1.** Énoncer la deuxième loi de Newton et l'appliquer à la balle lors de son trajet entre A et B.

**1.2.** Que peut-on dire de la nature du mouvement de la balle entre A et B ?

**2.** La force  $\vec{F}$  s'exerce pendant  $\Delta t = 0,11 \text{ s}$ . La balle part du point A sans vitesse initiale et arrive en B avec une vitesse  $\vec{v}_E$  telle que  $v_B = 14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**2.1.** Donner l'expression du vecteur accélération en fonction du vecteur vitesse.

**2.2.** Calculer la valeur de l'accélération du centre de masse de la balle entre les points A et B.

**3.** En utilisant le résultat obtenu à la question **1.1.**, calculer la norme de la force exercée sur la balle par la crosse. L'hypothèse concernant le poids de la balle est-elle justifiée ?

Adapté du sujet de Bac Amérique du Nord, 2009.

### DES CLÉS POUR RÉUSSIR

**1.1.** Bien lire l'énoncé, qui conduit à négliger certaines forces.

**2.2.** L'énoncé conduit à supposer que l'accélération entre A et B est constante. Il faut le dire et le justifier.

**3.** Pour évaluer si une force est négligeable devant une autre, on peut calculer le quotient de leurs normes et discuter sa valeur.