

## COLLISIONS

### 1 But

Cette séance contient quelques exercices et manipulations expérimentales qui permettront de vous familiariser avec les concepts d'impulsion, de quantité de mouvement et avec le coefficient de restitution.

### 2 Exercices 1 - Impulsion et quantité de mouvement [2.0 points]

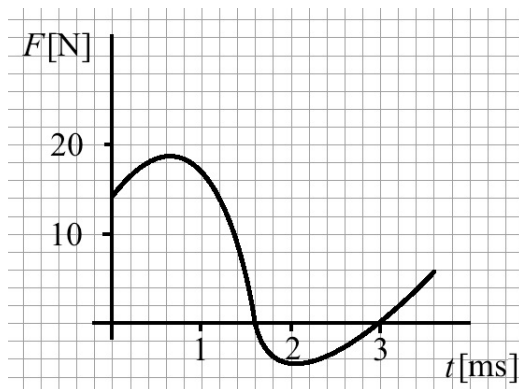
Initialement, un objet de masse  $m = 150$  g a une vitesse  $\mathbf{v}_i = 19.8$  cm/s à  $20^\circ$  au-dessus de l'axe  $x$ . Après une collision, sa vitesse est de  $\mathbf{v}_f = 11.2$  cm/s à  $30^\circ$  à gauche de l'axe  $y$  vers le haut.

- Quelles sont les composantes de sa quantité de mouvement initiale?
- Quelles sont les composantes de sa quantité de mouvement finale?
- Quelles sont les composantes de son impulsion pendant cette collision?
- Si la collision a duré 25.7 ms, quel est la force (vecteur) moyenne qui a agi sur l'objet?

### 3 Exercices 2 - Impulsion et graphique de la force [1.5 point]

Lorsque la force sur un objet,  $\mathbf{F}(t)$ , varie en fonction du temps, l'impulsion  $\mathbf{I}$  est donnée par l'intégrale  $\mathbf{I} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F} dt$ . À une dimension, l'impulsion est donnée par  $I = \int_{t_1}^{t_2} F dt$ , ce qui implique que pour un graphique de  $F(t)$  en fonction de  $t$ , l'impulsion  $I$  entre les temps  $t_1$  et  $t_2$  est l'aire *algébrique* entre la courbe et l'axe  $t$ , entre  $t_1$  et  $t_2$ . L'épithète *algébrique* signifie que si une partie de la surface est sous l'axe  $t$ , alors son aire sera négative.

Considérez le graphique suivant de la force totale  $F$  exercée sur un objet en fonction de  $t$  :

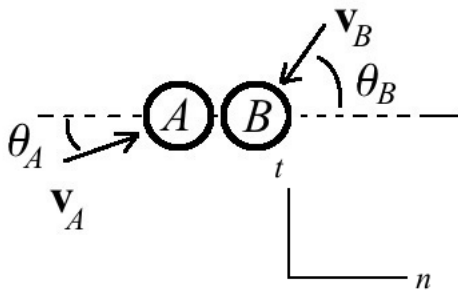


- Quelle est l'impulsion  $I$  exercée sur l'objet entre 0.4 et 2.6 ms?
- Si l'objet, de masse 140 g, avait une vitesse de 12 cm/s vers les  $x$  positifs à  $t = 0.4$  ms, quelle sera sa vitesse à  $t = 2.6$  ms, suite à l'action de la force totale?

#### 4 Exercice 3 - Collision à deux dimensions et coefficient de restitution [2.5 points]

La figure ci-dessous illustre une vue du haut des vitesses de deux objets, de masse  $m_A = 100$  g et  $m_B = 150$  g, tout juste avant leur collision. La droite hachurée est la ligne d'impact. La vitesse initiale  $\mathbf{v}_A$  de  $m_A$  est de 25.0 cm/s à un angle  $\theta_A = 20.0^\circ$  par rapport à la ligne d'impact vers la droite, et la vitesse  $\mathbf{v}_B$  de  $m_B$  est de 15.0 cm/s à un angle  $\theta_B = 65.0^\circ$  par rapport à la ligne d'impact vers la gauche. Le coefficient de restitution entre les rondelles vaut  $e = 0.700$ .

Pour vos calculs, prenez les axes  $n$  et  $t$  (respectivement *normal* et *tangentiel* au plan d'impact...) illustrés ci-dessous. On vous demande de calculer les vitesses finales de  $A$  et  $B$ .



- Calculez les composantes  $n$  et  $t$  des vitesses initiales  $(\mathbf{v}_A)_1 = \mathbf{v}_A$  et  $(\mathbf{v}_B)_1 = \mathbf{v}_B$ .
- Écrivez l'expression du coefficient de restitution  $e$  en termes des composantes appropriées ( $n$  ou  $t$ ?) des vitesses de  $A$  et  $B$ .
- Utilisez la composante  $n$  de la conservation de la quantité de mouvement pour trouver une relation entre les masses, les vitesses initiales et les vitesses finales.
- La composante  $t$  de la vitesse de chaque objet ne change pas. Quelles sont les deux équations résultantes?
- À l'aide des étapes précédentes, calculez la grandeur et la direction des vitesses après la collision  $(\mathbf{v}_A)_2$  et  $(\mathbf{v}_B)_2$ , de  $A$  et  $B$ , respectivement.

#### 5 Expérience - Collision à une dimension et coefficient de restitution [4.0 points]

Lors de cette courte expérience, vous déterminerez si le coefficient de restitution lors de collisions et si ces collisions sont élastiques ou non.

- Vous disposez pour cette expérience d'une voie sans friction et de charriots. Vous effectuerez les étapes 2 à 5 deux fois, en utilisant deux paires de charriots, avec des masses et avec des surfaces de contact différentes.
- Avec deux charriots de votre choix, mesurez les vitesses avant et après la collision.
- Calculez les quantités de mouvement, avant et après la collision, et déterminez l'impulsion sur chaque charriot.

4. À l'aide des vitesses mesurées à l'étape 2, déterminez le coefficient de restitution  $e$ .
5. Calculez l'énergie cinétique totale du système, avant et après la collision, et déterminez si la collision est élastique ou non.
6. Prenez ensuite un ou deux charriots différents, c.-à-d. de masses et de surface de contact différente, et répétez les étapes 2 à 5.