

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]

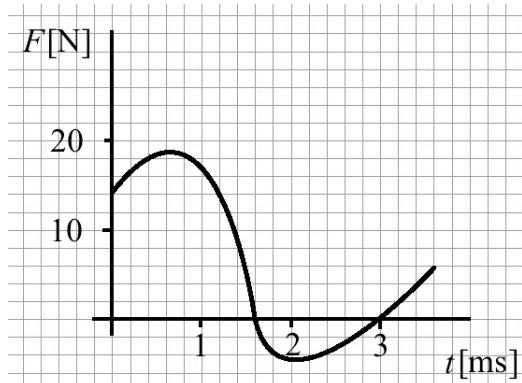
Initialement, un objet de masse $m = 150$ g a une vitesse $\mathbf{v}_i = 19.8$ cm/s à 20° au-dessus de l'axe x . Après une collision, sa vitesse est de $\mathbf{v}_f = 11.2$ cm/s à 30° à gauche de l'axe y vers le haut.

- (a) Quelles sont les composantes de sa quantité de mouvement initiale?
- (b) Quelles sont les composantes de sa quantité de mouvement finale?
- (c) Quelles sont les composantes de son impulsion pendant cette collision?
- (d) 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 :

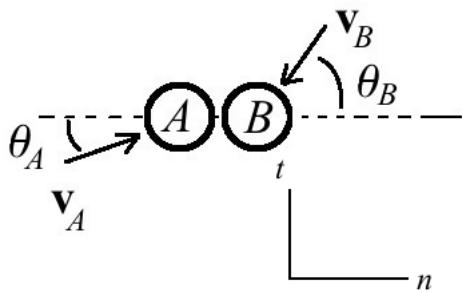


- (a) Quelle est l'impulsion I exercée sur l'objet entre 0.4 et 2.6 ms?
- (b) Si l'objet, de masse 140 g, avait une vitesse de 12 cm/s vers les x positifs à $t = 0.4$ ms, quelle sera sa vitesse à $t = 2.6$ ms, suite à l'action de la force totale?

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 *tangential* 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.