

COLLISIONS EN DEUX DIMENSIONS

1 Introduction

Ce protocole ne contient pas de manipulations détaillées. Cette expérience vous permettra donc de faire preuve de créativité et de faire de la physique expérimentale comme le font les vrais expérimentateurs, c.-à-d. faire face à un contexte théorique puis décider de la façon dont vous allez utiliser le matériel mis à votre disposition pour vérifier cette théorie.

Vous ne devriez pas être stressés par cet exercice; il s'agit tout simplement de concevoir une méthode expérimentale qui vous permette de vérifier un but donné de façon significative, et d'en évaluer la fiabilité (supporté par une bonne analyse d'erreur). La théorie expliquée ci-dessous devrait vous aider à imaginer cette expérience.

Gardez bien à l'esprit que votre rapport ne sera pas corrigé comme les autres expériences, et que la correction tiendra compte du fait qu'*il n'y a pas de format unique ou idéal pour ce type d'exercice!*

2 But

Étudier la conservation de la quantité de mouvement en deux dimensions, et déterminer si des collisions sont élastiques ou inélastiques.

3 Matériel

Vous disposez pour cette expérience d'une table à coussin d'air sans friction et de rondelles munies d'un pointeur à étincelles régulières, tel qu'illustré à la Figure 1. Les tubes reliés aux rondelles remplissent deux fonctions: (1) ils transportent l'air qui réduit la friction entre les rondelles et la table, et (2) ils contiennent des chaînettes qui établissent le courant et créent les étincelles¹.

¹*Remarque:* Les points laissés par les étincelles apparaîtront *sous la feuille* et non sur sa face supérieure.

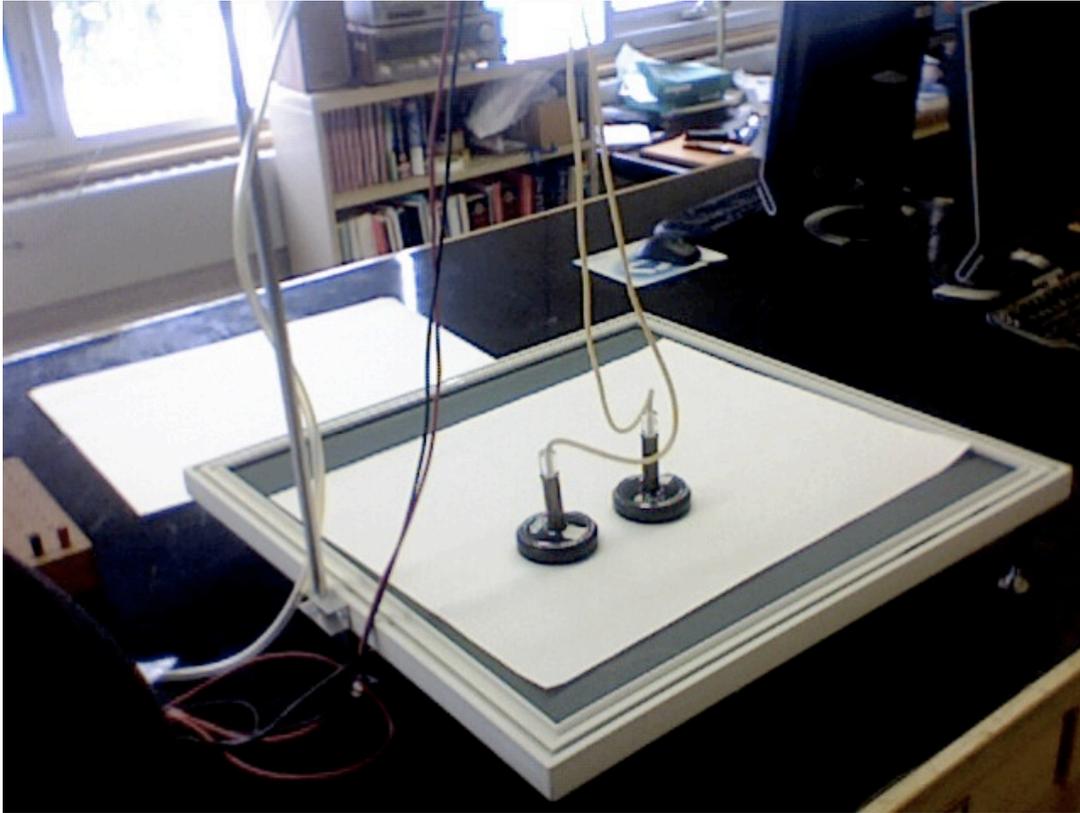


Figure 1: Montage expérimental

Les points sont générés par un étincelleur, illustré à la Figure 2. Cet appareil est relié à une pédale au sol. Faites attention de ne pas toucher à la table au même moment où vous activez la pédale, car vous pourriez prendre un choc électrique!

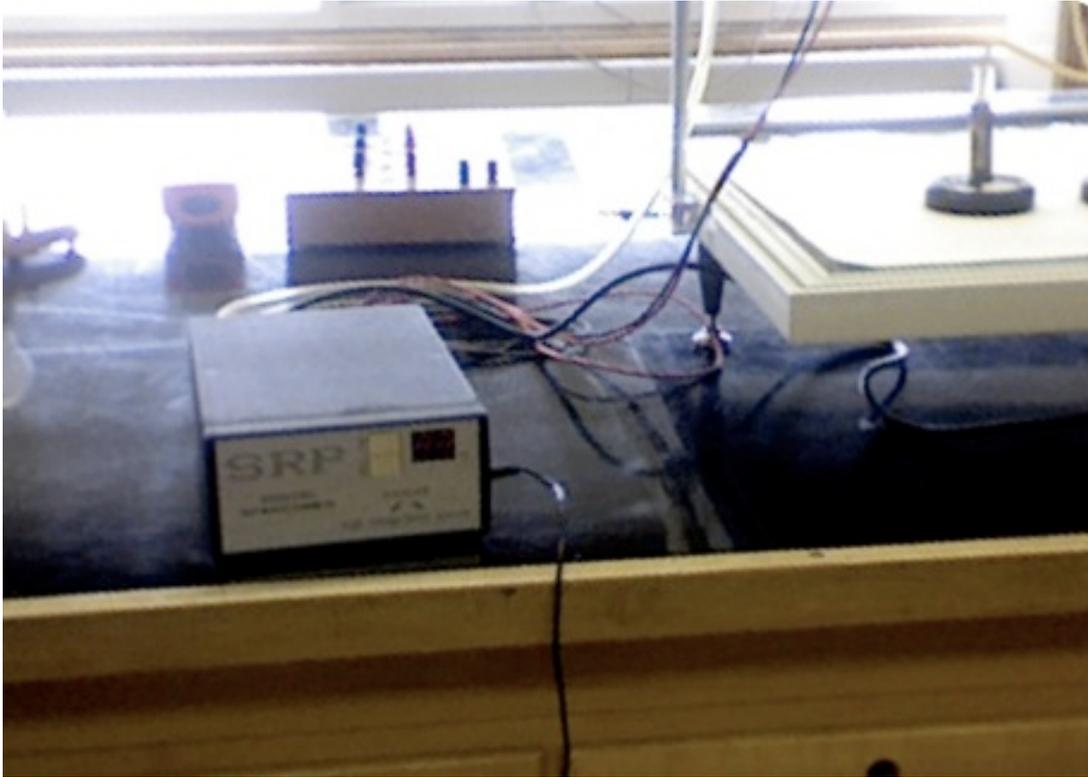


Figure 2: Étincelleur

4 Théorie

I. Conservation de la quantité de mouvement Étant déjà familiers avec la loi de conservation de la quantité de mouvement à une dimension, il vous est facile de généraliser en deux dimensions avec la notation vectorielle: essentiellement, les équations pour une dimension sont appliquées à chacune des composantes du vecteur quantité de mouvement. La formule vectorielle générale est

$$\vec{P}_{total}^i = \vec{P}_{total}^f, \quad (1)$$

en l'absence de forces extérieures. L'exposant "*i*" signifie *avant* la collision, alors que "*f*" signifie *après* la collision. Dans le cas d'une collision entre deux masses, illustrée à la Figure 3:

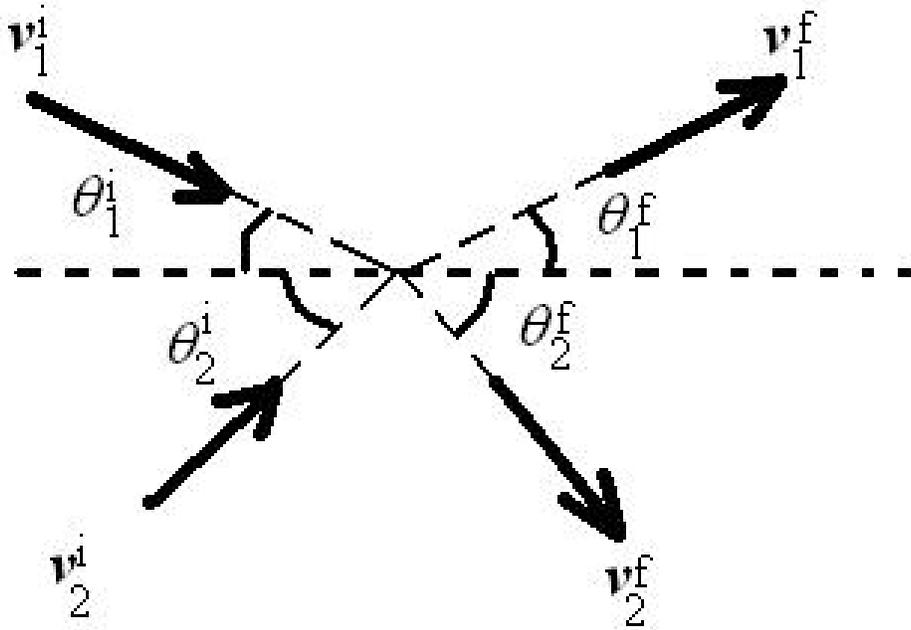


Figure 3: Collision à deux dimensions

l'équation (1) devient

$$m_1 \vec{v}_1^i + m_2 \vec{v}_2^i = m_1 \vec{v}_1^f + m_2 \vec{v}_2^f, \quad (2)$$

que l'on peut écrire sous forme de composantes:

$$\begin{aligned} m_1 v_{1x}^i + m_2 v_{2x}^i &= m_1 v_{1x}^f + m_2 v_{2x}^f, \\ m_1 v_{1y}^i + m_2 v_{2y}^i &= m_1 v_{1y}^f + m_2 v_{2y}^f, \end{aligned} \quad (3)$$

où, selon le schéma précédent, les composantes sont données par

$$\begin{aligned} v_1^i &= (v_{1x}^i, v_{1y}^i) = (v_1^i \cos \theta_1^i, -v_1^i \sin \theta_1^i), \\ v_2^i &= (v_{2x}^i, v_{2y}^i) = (v_2^i \cos \theta_2^i, v_2^i \sin \theta_2^i), \\ v_1^f &= (v_{1x}^f, v_{1y}^f) = (v_1^f \cos \theta_1^f, v_1^f \sin \theta_1^f), \\ v_2^f &= (v_{2x}^f, v_{2y}^f) = (v_2^f \cos \theta_2^f, -v_2^f \sin \theta_2^f). \end{aligned} \quad (4)$$

Les variables qu'il vous faudra mesurer sont donc $v_1^i, v_2^i, v_1^f, v_2^f$ (les grandeurs des vecteurs vitesse), et les angles $\theta_1^i, \theta_2^i, \theta_1^f, \theta_2^f$. L'équipement qui vous est fourni vous permet de déterminer ces quantités.

II. Collisions élastiques versus inélastiques Une collision est dite *parfaitement élastique* lorsqu'il s'agit d'un choc dans lequel l'énergie cinétique totale des particules est conservée, en plus de la quantité de mouvement. C'est donc dire qu'il n'y a pas de transfert de l'énergie totale initiale sous forme de chaleur, d'énergie potentielle (de déformation des objets), etc. L'énergie reste donc sous forme d'énergie cinétique.

Ainsi, il faut que la relation $E_{cin. tot.}^i = E_{cin. tot.}^f$ soit également vérifiée:

$$\frac{1}{2}m_1 (v_1^i)^2 + \frac{1}{2}m_2 (v_2^i)^2 = \frac{1}{2}m_1 (v_1^f)^2 + \frac{1}{2}m_2 (v_2^f)^2. \quad (5)$$

où v est la grandeur du vecteur \mathbf{v} .

5 Manipulations

Écrivez une description des manipulations que vous avez utilisées lors de votre expérience et incluez-la dans votre rapport.

6 Conclusion

Est-ce que votre montage expérimental vous permet de vérifier la loi de la conservation de la quantité de mouvement? Pourquoi? Est-ce que les collisions sont élastiques ou inélastiques? Expliquez.