BUT

Étudier une collision en deux dimensions en vérifiant les principes de conservation de la quantité de mouvement et de l'énergie mécanique et en analysant le mouvement du centre de masse.

MANIPULATIONS

1. Procédez à l'enregistrement de la collision des deux rondelles sur la table à coussin d'air, en utilisant des intervalles de marquage de 100 ms.
2. Notez la masse des rondelles et assurez-vous de savoir à quelle rondelle appartiendra chaque partie de chaque trace après le marquage.

PARTIE I : ANALYSE DE LA QUANTITÉ DE MOUVEMENT ET DE L'ÉNERGIE DES RONDELLES

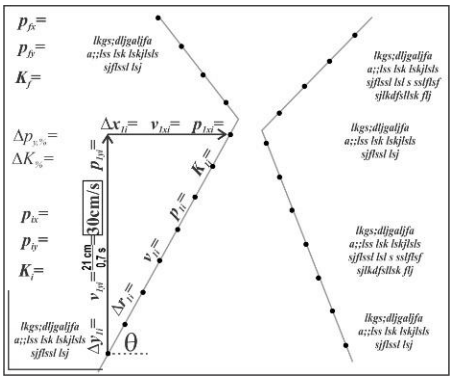
Remarques :

- Ne cachez jamais les points originaux avec des lignes ou des écritures. Pour mettre un évidence un point trop pâle, encerclez-le d'un petit cercle pour les localiser rapidement et évitez d'écrire par-dessus.
- Donnez un sens (flèche) à tous les vecteurs/composantes que vous tracerez. Certaines valeurs seront donc négatives.
- Pour tous les calculs, identifiez clairement les variables calculées en utilisant les indices détaillés (voir la liste des variables à la page suivante).
- Pour la partie I, faites tous vos calculs sur la feuille elle-même, À L'EXTÉRIEUR de l'espace entre les deux traces. N'écrivez rien entre les deux trajectoires pour garder de la place pour les travaux de la partie II.
- Pour chaque calcul, inscrivez sur une seule ligne la variable, le calcul numérique et le résultat. Encadrez chaque résultat.
- Pour tous les calculs, conservez 4 à 5 chiffres significatifs, pour que les arrondissements ne contaminent pas le 3e chiffre significatif des calculs subséquents.
- Vous avez le choix des unités utilisées. Faites simplement en sorte que les unités soient cohérentes avec les valeurs obtenues.

LISTE DES VARIABLES

- Déplacement : Δx_{1i}, Δy_{1i}, Δx_{2i}, Δy_{2i}, Δx_{1f}, Δy_{1f}, Δx_{2f}, Δy_{2f}
  Δr_{1i}, Δr_{2i}, Δr_{1f}, Δr_{2f},
- Vitesse : v_{1ix}, v_{1iy}, v_{2ix}, v_{2iy}, v_{1fx}, v_{1fy}, v_{2fx}, v_{2fy}
  v_{1i}, v_{2i}, v_{1f}, v_{2f}
- Qté. de mvt : p_{1ix}, p_{1iy}, p_{2ix}, p_{2iy}, p_{1fx}, p_{1fy}, p_{2fx}, p_{2fy}
  p_{1i}, p_{2i}, p_{1f}, p_{2f}
  p_{ix}, p_{iy}, p_{fx}, p_{fy}, p_i, p_f
- Orientation: θ_{1i}, θ_{2i}, θ_{1f}, θ_{2f}, θ_i, θ_f
- Én. cinétique: K_{1i}, K_{2i}, K_{1f}, K_{2f}, K_i, K_f
- Calculs de conservation: $\%\Delta p_y$ $\%\Delta K$

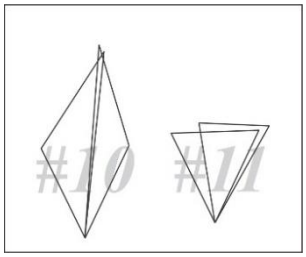
1. À l'aide d'une règle, identifiez pour chaque rondelle le point de rencontre des trajectoires initiale et finale. Ce sont les positions précises des rondelles à l'instant du contact (ne coïncide sans doute pas avec un point marqué).
2. Identifiez judicieusement des points qui serviront à calculer les vitesses initiale et finale de chaque rondelle. Pour les vitesses initiales, encerclez le point tout juste avant la collision, ainsi que le premier point valide après la propulsion de chaque rondelle. Après la collision, encerclez aussi le premier point disponible et le dernier point visible avant le rebond de la rondelle. Tracez les composantes du déplacement des rondelles en respectant rigoureusement les axes (les côtés de la feuille). Cela devrait générer un triangle rectangle pour chacune des quatre vitesses impliquées dans la collision. L'un de ces triangles est tracé en exemple sur la figure qui suit.



3. Pour chaque trajectoire (chaque triangle), mesurez chacun des trois côtés et indiquez la valeur le long des côtés, avec les bons indices (Δx_{**}, Δy_{**}, Δr_{**}), sans incertitude.
4. Pour chaque distance mesurée, calculez la vitesse correspondante en écrivant les calculs à l'intérieur du triangle correspondant ou juste à côté. Vous aurez ainsi calculé les composantes x, y et module de toutes les vitesses (12).
5. À partir des différentes vitesses calculées, calculez les quantités de mouvement de chaque disque avant et après le contact, en x et en y distinctement, puis à partir du module de vitesse (12 calculs). Ensuite, calculez ou mesurez les orientations (par rapport à x^{+}) des quantités de mouvement des rondelles (4 orientations, par trigonométrie ou rapporteur d'angle : θ_{1i}, θ_{2i}, θ_{1f}, θ_{2f}.).
6. Calculez la quantité de mouvement totale du système avant la collision et après la collision, selon x, selon y, ainsi que le module de la somme. Calculez l'orientation de la quantité de mouvement totale (initiale et finale, θ_i et θ_f).
7. Vérifiez s'il y a conservation de la quantité de mouvement du système (les deux disques ensemble) de part et d'autre de l'instant de la collision en calculant le pourcentage de variation de la quantité de mouvement totale en y. (Celui en x ne serait pas révélateur car p_x trop près de 0.)
8. Calculez l'énergie cinétique de chaque rondelle avant et après la collision. Attention, l'énergie n'est pas une grandeur vectorielle et ne peut être calculée qu'à partir du

module de la vitesse (donc pas en *x* ni en *y*). Et attention aux unités : quoi que vous ayez utilisé pour les grandeurs précédentes, les calculs d'énergies doivent se faire avec des mètres et des kilogrammes pour obtenir des joules.

9. Calculez le pourcentage de variation de l'énergie cinétique totale.
10. À l'endos de la feuille d'enregistrement, vérifiez la conservation par la méthode graphique en traçant à partir d'un même point les deux sommes graphiques « $\vec{p}_i = \vec{p}_{1i} + \vec{p}_{2i}$ »et « $\vec{p}_f = \vec{p}_{1f} + \vec{p}_{2f}$ ». Utilisez une échelle appropriée pour maximiser votre utilisation de la feuille (indiquez cette échelle clairement). Tracez les résultantes et identifiez tous les vecteurs. Vous obtiendrez une figure semblable à celle de gauche sur la figure ci-bas.
    Ajoutez en couleur le vecteur $\Delta\vec{p}$ (défini par la différence $\vec{p}_f - \vec{p}_i$). *Ce vecteur est la différence des sommes*. (L'équation $\Delta\vec{p} = \vec{p}_f - \vec{p}_i$ vous aide à connaître le sens du vecteur $\Delta\vec{p}$.)
11. Graphiquement, vérifiez que les variations (différences) $\Delta\vec{p}$ pour chacune des rondelles sont d'égales grandeurs et opposées, c'est-à-dire que $\Delta\vec{p}_1 = -\Delta\vec{p}_2$.



    Pour ce faire, tracez à partir d'un autre point unique les quantités de mouvement initiales et finales des disques 1 et 2 (4 vecteurs depuis la même origine; utilisez la même échelle qu'au numéro précédent). Tracez ensuite pour chaque rondelle un vecteur allant de l'extrémité de $\vec{p}_i$ à l'extrémité de $\vec{p}_f$ (différences des vecteurs). Vous obtiendrez une figure semblable à celle de droite sur la figure ci-haut. Tracez à nouveau le vecteur $\Delta\vec{p}_2$ à partir de l'extrémité de $\Delta\vec{p}_1$, de façon à faire la somme graphique de ces deux vecteurs. Tracez en couleur le vecteur $\Delta\vec{p}$ défini par la somme $\Delta\vec{p}_1 + \Delta\vec{p}_2$. *Ce vecteur est la somme des différences*.

    Identifiez tous les vecteurs sur les traçages réalisés (15). Si vos traçages sont corrects, vous devriez observer une très bonne correspondance entre les vecteurs $\Delta\vec{p}$ obtenus par les deux méthodes (les #10 et #11).

PARTIE II : ANALYSE DU MOUVEMENT DU CENTRE DE MASSE DES RONDELLES

Pour cette section, faites tous les calculs entre les deux trajectoires.

1. En observant les vitesses des rondelles avant la collision, tracez une droite pâle reliant les points ayant été tracés au même moment, tout juste avant le contact.
2. Faites le calcul de la position du centre de masse le long de cet axe reliant les deux rondelles. En d'autres mots, assumez pour la localisation du centre de masse entre ces deux points que l'une des deux masses représente l'origine et que l'axe x est orienté vers la seconde masse. On peut alors appliquer l'équation unidimensionnelle de la position du centre de masse et simplifier grandement le calcul à faire. Marquez l'emplacement trouvé de ce centre de masse (*).
3. Identifiez deux autres points ayant été tracés aussi à un même moment, le plus longtemps possible avant la collision mais appartenant bien au mouvement régulier des deux rondelles. Reliez-les aussi d'une droite pâle et localisez le centre de masse de cet instant.
4. Reliez ensuite d'une autre droite pâle les deux points ayant été tracés tout juste après la collision, et localisez le centre de masse à cet instant.
5. Finalement, identifiez deux autres points simultanés, le plus loin possible après le contact, et localisez de centre de masse.
6. Reliez par un trait pâle les deux positions du centre de masse avant le contact, et de la même façon les deux positions du centre de masse après le contact.
7. À partir de la distance parcourue par le centre de masse avant la collision, calculez sa vitesse, en déterminant la durée de ce déplacement à partir de l'intervalle de temps entre ces points.
8. Refaites ce même procédé pour les deux points identifiés après la collision.
9. Vérifiez visuellement si la vitesse du centre de masse semble avoir la même orientation avant et après la collision (le centre de masse devrait même suivre une seule et même droite durant tout le mouvement). Calculez le pourcentage de variation du module de la vitesse du centre de masse de la rondelle, de part et d'autre du moment de la collision.

À REMETTRE

Relire les remarques à la page 1.

- La feuille de trajectoires sur laquelle se trouvent tous les calculs et sur laquelle vous avez répondu à tous les points de l'analyse.
- Pliez votre feuille d'enregistrement en 4 et inscrivez vos noms en haut à gauche après le pliage (en format « portrait »).
- Date de remise : _____.