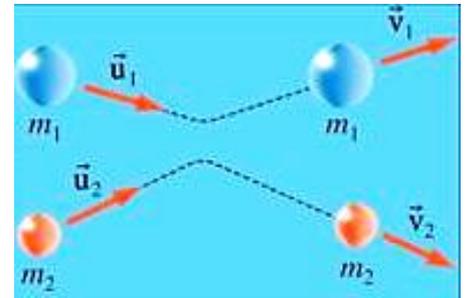


La quantité de mouvement



Objectifs

- Etudier la quantité de mouvement de différents systèmes.
- Expliquer le principe de la propulsion.

Rappels

- La « quantité de mouvement » d'un objet de masse « m » se déplaçant à la vitesse \vec{v} est le vecteur : $\vec{P} = m \times \vec{v}$.
- Un système mécanique est isolé s'il est soumis à des forces extérieures qui se compensent, c'est à dire si la somme vectorielle des forces extérieures exercées sur le système est égale au vecteur nul : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow$ système isolé.
- Dans un référentiel galiléen, un système isolé est immobile ou en mouvement rectiligne et uniforme.

Travail à effectuer

★ Première partie : Étude d'un choc entre deux mobiles sur coussin d'air

Le système étudié est l'ensemble des deux mobiles autoporteur : **Enregistrement en annexe.**
 Sur la **Fiche Réponse destinée au candidat**, Répondre aux questions qui suivent.

1. Précisez le référentiel d'étude, ainsi que les forces extérieures au système.
2. Identifier sur l'enregistrement le moment du choc, le repérer par une étoile sur l'enregistrement.
3. Préciser la nature du mouvement de chacun des deux mobiles :
 - avant le choc,
 - après le choc.
 Que peut-on dire des forces extérieures s'exerçant sur le système ? Le système est-il isolé ?
4. Calculer la valeur de la vitesse \vec{v}_{S_2} du solide en S_2 avant le choc.
 - En déduire la valeur de la quantité de mouvement du système avant le choc.
 - Tracer \vec{P}_{Av} , le vecteur quantité de mouvement du système en S_2 .



Appel du professeur

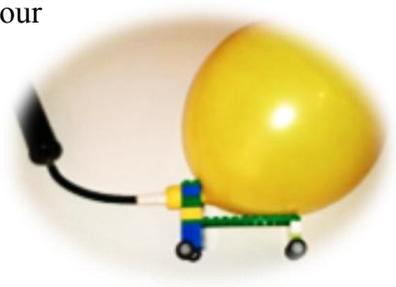
5. Calculer la vitesse $v_{S_{10}}$ du solide S en S_{10} et vitesse v_{A_5} du solide A en A_5 .
 En déduire les quantités de mouvement de chaque mobile $P_{S_{10}}$ et P_{A_5} .
6. Tracer ces deux quantités de mouvement $\vec{P}_{S_{10}}$ et \vec{P}_{A_5} , respectivement en S_{10} et A_5 .
7. Tracer le vecteur quantité de mouvement de l'ensemble après le choc.
8. Après comparaison des vecteurs quantités de mouvement du système avant et après le choc, compléter la phrase de la fiche réponse.



Appel du professeur

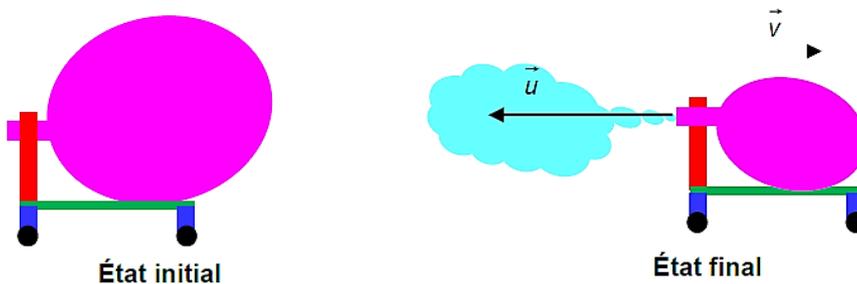
★ Deuxième partie : étude de la propulsion d'un véhicule avec un ballon

On souhaite mettre en œuvre une démarche expérimentale pour interpréter un mode de « *propulsion par réaction* » à l'aide d'un bilan de quantité de mouvement. Pour cela, on dispose d'un chariot à réaction, équipé de petites roues, propulsé par un moteur à réaction. Le moteur à réaction est constitué d'un ballon de baudruche, équipé d'un embout de section S qui permet d'éjecter l'air à vitesse constante. Ainsi la masse d'air éjectée par unité de temps (*le débit massique, D*) est constante.



Données

- Masse du chariot : $m = 31,0$ g,
- Volume du ballon : $V = 4,0$ L,
- Masse volumique de l'air : $\rho = 1,2 \cdot 10^{-3}$ kg.L⁻¹.
- Nombre d'images par secondes sur les vidéos : 30 images par seconde,
- Surface d'éjection de l'air par l'embout : $S = 1,04 \cdot 10^{-4}$ m².



État initial : le système est immobile [ballon + air du ballon (qui sera éjecté)], sa quantité de mouvement est donc nulle.

1. Détermination de la vitesse « u » d'éjection de l'air

1.1. À l'aide d'une vidéo, déterminer le temps, Δt , que met le ballon pour se dégonfler entièrement. Décrire votre démarche et préciser le nom de la vidéo utilisée.

1.2. En déduire le débit volumique $D = \frac{V}{\Delta t}$ (L.s⁻¹) du ballon supposé constant.

1.3. Calculer alors la vitesse d'éjection de l'air $u = \frac{D}{S}$ supposée constante.



DANS LA SUITE, $t = 0$ s, CORRESPOND AU DÉBUT DU MOUVEMENT DU CHARIOT

2. Détermination de la quantité de mouvement de l'air éjecté au bout de $dt = 0,12$ s

2.1. Choisir parmi les propositions de la fiche réponse, celle qui permet de calculer la masse d'air éjectée au bout de $dt = 0,12$ s. Justifier votre réponse.

2.2. Calculer la masse « m » d'air éjectée au bout de $dt = 0,12$ s.

2.3. En déduire la quantité de mouvement de l'air « p_{air} » au bout de $dt = 0,12$ s.

3. Détermination de la quantité de mouvement du chariot après $dt = 0,12$ s

3.1. Proposer un protocole pour déterminer l'expression de la vitesse du chariot au cours de temps.

Vous préciserez la vidéo utilisée, le ou les logiciels utilisés et le graphique tracé (que vous imprimerez).

Précisez la relation $v(t)$ (*à $t = 0$ s la vitesse est nulle*).



Appel du
professeur

- 3.2. En déduire la vitesse du chariot « v » à l'instant $t = 0,12$ s.
3.3. Calculer alors la quantité de mouvement « p_{chariot} » à cet instant.

4. Conclusion

- 4.1. Comparer les deux quantités de mouvement. En déduire la quantité de mouvement du système : « $p_{\text{système}}$ ».
4.2. Peut-on dire que le système est isolé ? Justifiez votre réponse.

★ Troisième partie : énigme

Merveilleux site que la plage de galets d'Etretat !
Sur les galets, une barque... malheureusement sans rames.

Comment faire pour s'approcher en barque de l'aiguille en restant complètement au sec ?

