

Chapitre 8

ACTIVITÉ 4 – Détermination de la force de poussée d'une fusée à air – p. 175

□ Comment la deuxième loi de Newton permet-elle de déterminer plus facilement la valeur de la force de poussée d'une fusée à air expérimentale ?



Situation-problème :

Dans le prolongement de la démarche d'investigation de l'activité 4 du chapitre 7 portant sur la propulsion par réaction, on souhaite mettre en œuvre une démarche expérimentale pour déterminer la force de poussée d'une fusée à air expérimentale, qui est de même nature que la force s'exerçant sur le chariot à réaction : la force de poussée est du type propulsion par réaction, et elle est créée par l'éjection de l'air d'un ballon de baudruche.

Comme dans le cas du chariot à réaction, on peut considérer que celle-ci est constante : la surpression de l'air contenue dans le ballon est faible et quasiment constante, ce qui implique que le volume ainsi que la masse d'air éjecté sont proportionnels à l'intervalle de temps écoulé (les débits volumique et massique sont constants). Cependant, à la différence du chariot, on ne peut pas considérer que la quantité de mouvement se conserve dans le cas de la fusée à air, car celle-ci ne constitue pas un système isolé. Pour réaliser la mesure de la force de poussée de la fusée, on dispose de la vidéo de la fusée à air expérimentale, propulsée par un moteur à réaction à air. Toutes les données relatives à cette vidéo sont disponibles dans l'encadré « Données » de la p. 175.

Matériel mis à disposition :

- ordinateur muni de la vidéo de la fusée à air expérimentale ([Fusee.avi](#)) ;
- logiciel de pointage ;
- logiciel tableur-grapheur.

1. Analyser

> Après avoir regardé rapidement la vidéo du document 1 à l'aide du logiciel de pointage, faire un bilan des forces qui s'appliquent sur la fusée lorsque celle-ci est en train de s'élever dans l'air. Représenter ces forces sur un schéma de la fusée en train de s'élever dans l'air.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

DÉMARCHE D'INVESTIGATION → p. 175 du manuel
VERSION ÉLÈVE

> En utilisant la relation du document 2 issue de la seconde loi de Newton, exprimer la force de poussée F_p s'exerçant sur la fusée pendant une petite durée Δt , en fonction de m , Δm et v , ainsi que m_0 .

Montrer qu'en projetant cette expression sur un axe vertical Oy orienté vers le haut, on obtient l'expression littérale de la valeur F_p de la force de poussée suivante :

Justifier que le terme $\Delta m \cdot v$ soit de signe négatif.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.



> En utilisant les données de la p. 175, et le matériel mis à disposition, proposer un protocole expérimental permettant de réaliser les mesures de toutes les valeurs des grandeurs de l'expression (1).

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.



2. Réaliser

> Réaliser le protocole proposé.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

3. Valider

> Déterminer la valeur F_p de la force de poussée qui s'exerce sur la fusée entre les dates $t_1 = 0,234$ s et $t_2 = 0,901$ s dans la vidéo. Le résultat sera exprimé avec son incertitude associée.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

> Comme dans le cas de l'activité de la propulsion par réaction, la valeur théorique F_{pt} de la force de poussée peut être calculée à l'aide de l'expression suivante :

DÉMARCHE D'INVESTIGATION → p. 175 du manuel
VERSION ÉLÈVE

où u représente la vitesse d'éjection de l'air qui s'exprime à l'aide des données par :

Justifier que u a bien la dimension d'une vitesse et s'exprime bien en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, puis calculer sa valeur et son incertitude associée, calculée à partir des données de la p. 175.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

> En déduire la valeur théorique F_{pt} de la force de poussée et donner son incertitude associée.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

> Comparer les deux valeurs expérimentale et théorique de la force de poussée, obtenues à partir des expressions (1) et (2), et discuter l'écart entre ces deux valeurs en termes d'incertitudes.

En cas de difficulté, faites appel à votre professeur, et collez ici l'aide qu'il vous donnera.

