

9.2

Mène une expérience : Étudie les fluides dans des systèmes fermés

ATTENTES

- Démontrer sa compréhension des propriétés de fluides y compris la masse volumique, la compressibilité et la viscosité.
- Examiner les propriétés des fluides à partir d'expériences et de recherches.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE

Compréhension des concepts

- Comparer les liquides et les gaz en fonction de leur compressibilité et déterminer l'effet de l'application technologique de cette propriété.

Acquisition d'habiletés en recherche scientifique, en conception et en communication

- Respecter les consignes de sécurité et utiliser de manière appropriée et sécuritaire les outils, l'équipement et les matériaux qui sont mis à sa disposition.
- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE

Puissance hydraulique et puissance pneumatique

- L'un des avantages les plus évidents des systèmes de fluides sous pression (qu'ils soient hydrauliques ou pneumatiques) est qu'ils sont généralement plus simples et qu'ils comportent moins de pièces mobiles contrairement aux systèmes électriques ou mécaniques ; ils coûtent donc moins cher à fabriquer et à entretenir. Par contre, la puissance hydraulique et la puissance pneumatique sont moins écoénergétiques, étant donné qu'elles ont besoin d'une source d'énergie extérieure (par exemple, l'électricité ou l'essence) pour entrer en action. Plus d'énergie est donc utilisée pour accomplir un travail, comparativement à ce qui se produit dans un système qui fonctionne directement à l'électricité ou à l'essence.
- Comparativement aux systèmes pneumatiques, les systèmes hydrauliques peuvent nuire davantage à l'environnement. Un réservoir d'air comprimé fissuré ne laissera échapper que de l'air. Par contre, les fuites dans les systèmes

hydrauliques peuvent être beaucoup plus polluantes, surtout si le liquide hydraulique utilisé est de l'huile. Toutefois, même l'eau entraînera des débris avec elle lorsqu'elle circulera dans un système. De plus, un système hydraulique à l'huile qui se rompt présente un important risque d'incendie.

- Les systèmes pneumatiques ont d'autres avantages. Si le fluide pneumatique utilisé est de l'air comprimé, par exemple, le système peut être ouvert plutôt que fermé : en d'autres mots, l'air utilisé peut être libéré directement dans l'atmosphère et remplacé par de l'air frais. Dans les systèmes hydrauliques, habituellement, un circuit de retour est nécessaire pour permettre le recyclage du fluide hydraulique. En outre, les systèmes pneumatiques peuvent être très compacts, étant donné la compressibilité des gaz : par exemple, une bouteille d'air comprimé de 12 L pour la plongée peut contenir l'équivalent de plusieurs milliers de litres d'air à la pression atmosphérique.

Durée

45–60 min

À voir

Sous l'effet de la pression, certains fluides se comportent différemment des autres.

La démarche scientifique permet d'étudier la façon dont les fluides sont utilisés dans les systèmes hydrauliques et pneumatiques.

Habiletés

Formuler une hypothèse
Prédire le résultat
Exécuter
Observer
Analyser
Évaluer
Communiquer

Matériel à prévoir

(pour chaque élève)

- lunettes de protection

(pour chaque équipe)

- deux seringues (30 ml)
- une seringue (10 ml)
- tube de vinyle de 5 cm
- tube de vinyle de 50 cm
- crayon de cire ou ruban-cache
- eau

Ressources pédagogiques

Grille d'évaluation 5 :

Mène une expérience
Résumé de l'évaluation 5 :

Mène une expérience

Liste de vérification de
l'autoévaluation 1 :

Mène une expérience

BO 2 : La démarche
scientifique et
l'expérimentation

BO 5 : Le matériel scientifique
et la sécurité

Site Web de sciences et
technologie, 8^e année :
www.duvaleducation.com/sciences

Ressource complémentaire

Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

NOTES PÉDAGOGIQUES



Consignes de sécurité

- Entre les mains des élèves, les seringues remplies d'eau pourraient devenir des pistolets à eau. Veillez à empêcher ce genre de comportement. Nettoyez immédiatement tout dégât d'eau, car les élèves pourraient glisser et se blesser.
- Rappelez aux élèves qu'ils ne devraient pas tenter d'enfoncer le piston davantage une fois qu'ils rencontreront de la résistance. Exercer une trop grande pression pourrait briser la seringue ou détacher le tube de vinyle de l'embout.

Question de recherche

- Les élèves pourraient trouver étrange l'idée que les fluides (en particulier l'air) peuvent transférer une force. Rappelez-leur la théorie particulaire. La force est transférée d'une particule en mouvement à une autre selon le modèle des boules de billard. Presser sur le piston d'une seringue remplie de fluide pousse les particules de ce fluide dans une direction particulière, ce qui accroît les collisions entre elles. Chaque collision véhicule la force originale à l'intérieur du système.

Hypothèse ou prédiction

- Encouragez les élèves à prendre le temps de réfléchir à la théorie particulaire et à la disposition des particules dans les liquides et les gaz avant d'élaborer leur hypothèse. Ils devraient songer à ce qui arrivera aux particules du fluide quand il sera comprimé et à la façon dont ce comportement sera modifié dans le cas d'un fluide de nature différente.
- Exemple d'hypothèse : Si j'utilise de l'eau au lieu d'utiliser de l'air dans un système sous pression, la force sera alors transférée plus facilement à l'intérieur du système, parce que l'eau est moins compressible que l'air. En conséquence, toute la force que j'appliquerai sera véhiculée par l'eau au lieu de servir à comprimer le fluide.

Démarche expérimentale

- Vous remarquerez que même si l'objectif premier de l'expérience est de déterminer les effets des changements de types de fluides à l'intérieur d'un système pressurisé, cette expérience comporte d'autres variables indépendantes. Les élèves modifieront également la taille des seringues et la longueur des tubes de vinyle.
- Les élèves devraient travailler en équipes de quatre pour mener cette expérience.

Matériel

- Vous voudrez peut-être installer les systèmes de seringues avant le début de la leçon. Ainsi, vous vous assurerez que tous les systèmes sont identiques, et les élèves pourront faire des comparaisons de données valables.
- Si les élèves utilisent du ruban-cache pour marquer les seringues, ils auront également besoin d'un stylo ou d'un marqueur pouvant écrire sur le ruban.
- Vous voudrez peut-être mettre de l'eau dans de petits contenants, comme des tasses ou des bécquers, d'où les élèves pourront aspirer l'eau avec leurs seringues.

Marche à suivre

- Clarifiez avec les élèves ce que signifie «ajouter une résistance». La façon de procéder la plus simple consiste à maintenir le second piston en place tout en tentant d'appuyer sur le premier piston.

Activité de fin d'unité

Le choix entre un système hydraulique et un système pneumatique pour faire fonctionner un jouet particulier dépend du type de mouvement que l'élève veut faire exécuter à son jouet et des matériaux qui doivent bouger. Les matériaux plus lourds ont besoin de recevoir une force plus grande : dans ce cas, un système hydraulique serait peut-être plus approprié. Les matériaux plus légers nécessitent moins de force : un système pneumatique pourrait alors être suffisant.

- L'astuce donnée à l'étape 7 concernant la manière de fixer le tube à la seringue avant de la remplir d'eau s'applique également à l'étape 9. Si les élèves commencent par remplir leur seringue d'eau, il se peut qu'ils pressent accidentellement sur le piston et perdent de l'eau lorsqu'ils fixeront le tube à la seringue.
- Les élèves devraient se servir de la graduation en millilitres des seringues pour mesurer la distance parcourue par chacun des pistons. Si les seringues ne sont pas graduées de manière suffisamment précise, les élèves peuvent se servir d'une règle pour mesurer ces distances.
- Les tableaux d'observations des élèves pourraient ressembler au tableau 1 ci-dessous. Veuillez noter que ces données sont fictives. Les résultats des élèves pourraient ne pas y correspondre.

Tableau 1 Observations sur les systèmes de seringues

Système de seringues	Déplacement du piston de la seringue A – air	Déplacement du piston de la seringue B – air	Déplacement du piston de la seringue A – eau	Déplacement du piston de la seringue B – eau
deux seringues de 30 ml; tube de 5 cm	30 ml	20 ml	30 ml	29 ml
deux seringues de 30 ml; tube de 50 cm	30 ml	15 ml	non testé	non testé
une seringue de 30 ml (A); une seringue de 10 ml (B); tube de 5 cm; sans résistance	15 ml	10 ml	11 ml	10 ml
une seringue de 30 ml (A); une seringue de 10 ml (B); tube de 5 cm; ajout de résistance	3 ml	0 ml	0 ml	0 ml
une seringue de 10 ml (A); une seringue de 30 ml (B); tube de 5 cm; sans résistance	10 ml	8 ml	10 ml	10 ml
une seringue de 10 ml (A); une seringue de 30 ml (B); tube de 5 cm; ajout de résistance	1 ml	0 ml	0 ml	0 ml

- Demandez aux élèves de faire un exercice « d'écriture rapide » portant sur ce qu'ils ont appris de cette activité, comme il est indiqué à la rubrique **Vers la littératie** de leur manuel. Vous trouverez d'autres outils d'aide à l'apprentissage en lien avec cette stratégie à la page 106 de ce guide.

Analyse et interprète

- a) Les systèmes de seringues utilisant de l'air (étapes 2 à 6 et étape 8) étaient des systèmes pneumatiques. Les systèmes de seringues utilisant de l'eau (étapes 7 et 9) étaient des systèmes hydrauliques.

Occasions d'évaluation

Vous pourriez utiliser la Grille d'évaluation 5, « Mène une expérience », pour évaluer le travail accompli par les élèves dans le cadre de cette expérience.

- b) i) Exemple de réponse : Quand je n'ai ajouté aucune résistance, les pistons des seringues des deux systèmes bougeaient facilement. Je pouvais enfoncer complètement le piston de la première seringue dans le cas de l'air comme dans celui de l'eau. Toutefois, le piston de la seconde seringue se déplaçait davantage lorsqu'il était poussé par de l'eau plutôt que par de l'air.
- ii) Exemple de réponse : Quand j'ai ajouté de la résistance dans le système hydraulique, les pistons n'ont pas bougé du tout. Quand j'ai ajouté de la résistance dans le système pneumatique, le piston a bougé légèrement.
- c) Exemple de réponse : Lorsque j'ai utilisé un tube plus long, les pistons ont parcouru une moins longue distance, comparativement à celle parcourue quand j'ai utilisé un tube plus court.
- d) Exemple de réponse : Quand j'ai d'abord appuyé sur le piston de la plus grosse seringue, la plus petite seringue s'est remplie de fluide avant que le piston ne soit entièrement enfoncé. Quand j'ai d'abord appuyé sur le piston de la plus petite seringue, il s'est enfoncé complètement, mais le piston de la plus grosse seringue n'a bougé que légèrement.
- e) Exemple de réponse : Quand le fluide utilisé était de l'air plutôt que de l'eau, le plus gros piston bougeait plus difficilement. Dans les deux cas, le piston de la seringue de 10 ml était plus difficile à faire bouger que le piston de la seringue de 30 ml.
- f) Exemple de réponse : Les résultats confirment mon hypothèse. J'ai émis l'hypothèse qu'un fluide hydraulique transférerait davantage de force dans un système que le ferait un fluide pneumatique. Mes résultats montrent que lorsque les seringues étaient remplies d'eau, leur piston se déplaçait davantage que lorsqu'elles étaient remplies d'air.
- g) Exemple de réponse : Remplacer l'air par de l'eau dans un système augmente la quantité de force appliquée qui peut être transférée à l'intérieur du système.

Approfondis ta démarche

- h) Exemple de réponse : Si le tube avait été percé, une partie de l'air se serait échappée au lieu d'exercer une pression sur le piston de l'autre seringue. Cette diminution de pression d'air aurait rendu ce piston plus difficile à bouger.
- i) Exemple de réponse : Je préférerais avoir un système de freinage hydraulique. Comme les liquides ont une faible compressibilité, ils transfèrent la force rapidement à l'intérieur du système. Il n'y aurait qu'un court délai entre le moment de l'application de la pression sur le fluide hydraulique (en appuyant sur la pédale de frein) et l'arrêt de la voiture.

Résumer ta compréhension : écriture rapide

- Dites aux élèves que l'écriture rapide est un moyen de résumer ce qu'ils ont appris et d'y réfléchir. Lisez l'expérience avec les élèves et faites l'exercice d'écriture rapide avec eux.
- Rappelez aux élèves que, dans le cadre de cette activité, ils ont acquis des connaissances sur les effets de l'air et de l'eau dans différents systèmes. Revoyez avec eux les étapes suivies pour mener l'expérience. Passez en revue ces étapes en reformulant chacune d'elles de manière à la résumer en une seule phrase. (J'ai élaboré divers systèmes en utilisant des pistons de différentes tailles et des tubes de différentes longueurs. Ensuite, j'ai appuyé sur chaque piston et j'ai noté jusqu'à quelle profondeur ils s'enfonçaient quand le fluide utilisé était de l'air et quand le fluide utilisé était de l'eau.)
- Ensuite, demandez aux élèves de réfléchir à leurs résultats et d'établir des liens avec des systèmes similaires. Invitez-les à faire part de leurs idées à la classe.

Enseignement différencié**Outils +**

- Les élèves éprouvant des difficultés peuvent utiliser le tableau d'observations donné en exemple (le tableau 1). Reproduisez ce tableau sans y inscrire de données. Distribuez-en des exemplaires aux élèves.

Défis +

- Les élèves que cela intéresse peuvent faire une expérience sur les effets de l'utilisation de fluides autres que l'air et l'eau dans leur système de seringue. Lancez-leur comme défi de rédiger de nouvelles questions de recherche (et d'y répondre) portant sur des fluides hydrauliques tels que l'huile à cuisson, l'alcool à friction et le sel de mer, afin de déterminer quels fluides transfèrent le plus efficacement une force à l'intérieur d'un système sous pression.

Élèves en français langue seconde**FLS**

- Permettez aux élèves en FLS de répondre aux questions en dessinant des schémas pour illustrer les positions des pistons dans leurs seringues.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE**Ce qu'il faut surveiller**

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- prédire et expliquer les effets d'un changement de fluide à l'intérieur d'un système pressurisé ;
- mener une expérience pour déterminer les effets d'un changement de fluide à l'intérieur d'un système pressurisé ;
- utiliser le matériel de manière appropriée et sécuritaire.