



What's in the experiment bag?

Expérience 1: Conservation de l'énergie?

Marc Debusschere

Que devez-vous utiliser?

Une bille aimantée très puissante en néodyme - fer - bore  et trois billes d'acier  de la même taille, se trouvant dans le boîtier de film photo
 Vous avez aussi besoin d'un rail en bois ou en aluminium (pas de fer ni d'acier!), avec, si possible une boucle au milieu. Mais cela fonctionne aussi sans cette boucle.

Que devez-vous faire?

Placez sur le rail une bille d'acier seule et un peu plus loin le groupe formé par l'aimant, suivi des deux autres billes.



Que se passe-t-il si nous projetons doucement la première bille sur les trois autres?
 La dernière bille est éjectée avec une plus grande vitesse que celle de la première.
 Pourquoi ?

La première bille cogne la bille aimantée avec une certaine force et une certaine énergie cinétique. Mais puisque la bille aimantée possède plus d'énergie que la première, la dernière bille est éjectée avec une énergie supplémentaire et donc avec une plus grande vitesse.

Explication

L'énergie cinétique d'un corps est égale à $mv^2/2$; la seconde bille (du deuxième groupe) a moins d'énergie potentielle (à cause de la distance) que la première, et ainsi elle a plus d'énergie cinétique.

Expérience2: Détermination de l'indice de réfraction du plexiglas.

Bernadette Anbergen

Objectif

Observer la diffusion de la lumière

Observer la réfraction et la réflexion totale d'un rayon lumineux

Mesurer des grandeurs servant à calculer l'indice de réfraction du plexiglas.

Matériel nécessaire

Une plaque de plexiglas
 Un pied à coulisse (ou une latte, mais moins de précision)
 Un laser
 Un papier filtre (et de l'eau)
 Un statif avec noix et pince de fixation

Mode opératoire et Observation

1. Eclairer la plaque de plexiglas perpendiculairement à la grande face et observer le chemin parcouru par la lumière.
 2. Eclairer la plaque de plexiglas par une des petites faces latérales; faire bouger le faisceau issu du laser afin d'éclairer la paroi interne de la grande face; observer ce que fait le rayon lumineux.
- NB: les bords doivent être rendus lisses en les chauffant soit dans la flamme d'un Bunsen soit avec un décapeur thermique
3. Placer sur une des grandes faces du plexiglas un papier filtre: l'éclairer au moyen du laser. Observer
 4. Mouiller le papier filtre avec de l'eau; replacer le filtre sur le plexiglas; éclairer à nouveau au moyen du laser et observer

Interprétation

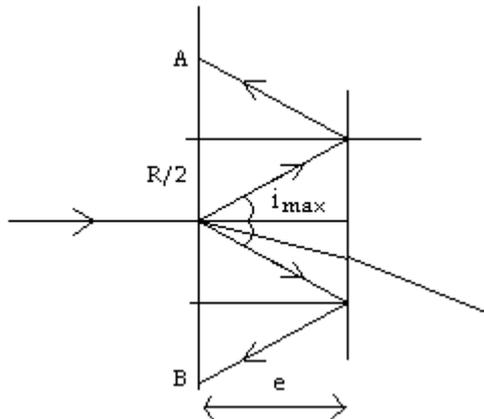
1. Le rayon lumineux traverse la plaque en ligne droite; si on incline le laser, le rayon ressort parallèlement à lui-même.
 2. On observe une succession de réflexions totales à l'intérieur de la plaque.
 3. Le faisceau est arrêté par le papier. On observe un point éclairé sur celui-ci
 4. On observe un halo éclairé sur le papier filtre mouillé. L'eau diffuse le faisceau lumineux dans toutes les directions, à l'intérieur de la plaque. Lorsqu'un rayon lumineux arrive sur l'autre face, il ressort de la plaque si l'angle d'incidence est inférieur à l'angle limite de réfraction.
- Si l'angle d'incidence est supérieur à l'angle limite, le rayon est réfléchi et revient sur le papier filtre. On y observe un cercle lumineux. La partie intérieure du cercle est sombre.

Mode opératoire

Mesurer avec précision l'épaisseur e de la plaque.
 Fixer le laser verticalement à l'aide de la noix et de la pince sur le statif. (La pince peut servir à maintenir le laser allumé.)
 Placer sous le laser la plaque de plexiglas avec le papier filtre mouillé au-dessus de la plaque.
 Mesurer avec précision le diamètre AB du cercle éclairé; calculez le rayon du cercle

Exploitation.

En divisant la moitié du rayon du cercle par l'épaisseur de la plaque, on obtient la tangente de l'angle limite de réfraction.



$$\operatorname{tg} i_{\max} = \frac{R/2}{e}$$

Le calcul de l'angle limite de réfraction permet de calculer l'indice de réfraction:

$$n = \frac{\sin 90}{\sin i_{\max}}$$

Expérience 3: Attache trombone en Nitinol

Patrick Walravens

Matériel

Attache trombone en Nitinol
Un récipient avec de l'eau chaude (40 °C)

Mode opératoire

Tirez sur l'attache trombone pour l'ouvrir. Montrez-le aux élèves.
Plongez le fil étiré dans l'eau chaude.

Observation

Le fil se replie immédiatement en prenant la forme de l'attache trombone.

Explication

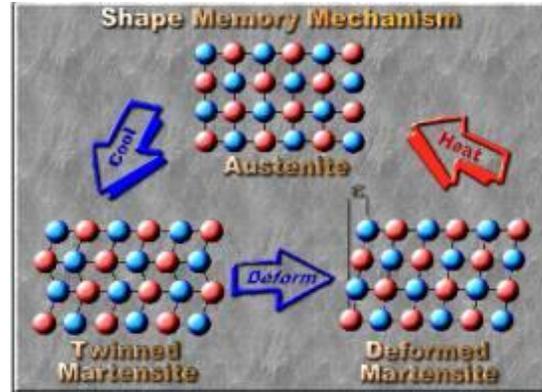
Le **Nitinol** est un alliage constitué de 45 % de titane et 55 % de nickel, caractérisé par son effet mémoire de forme. En dessous d'une température caractéristique, on peut changer sa forme ; au-delà de cette température, elle reprend sa forme initiale. On l'appelle aussi alliage à mémoire de forme.

L'alliage nickel-titane, a été découvert pour la première fois en 1962 par le "Naval ordnance laboratory" aux Etats-unis, et commercialisé pour la première fois sous le nom **Nitinol** (een acronyme voor **N**ickel **T**itanium **N**aval **O**rdnance **L**aboratories).

L'alliage à mémoire de forme (AMF) (Eng.: **Shape Memory Alloy** ou SMA) est le terme utilisé pour les alliages ayant des propriétés « d'effet mémoire ». Cette propriété consiste, après déformation, à ce que le métal revienne dans sa forme initiale lorsqu'il est porté au-delà d'une température critique.

A des températures plus élevées, cet effet peut aussi se produire lors de la suppression d'une contrainte.

Les alliages métalliques peuvent avoir plusieurs phases cristallographiques, le passage de l'une à l'autre dépendant précisément de la température ou de l'application d'une contrainte. Chaque phase est caractérisée par un arrangement spécifique des atomes dans le réseau cristallographique.



A température ambiante, les particules de Nitinol se trouvent dans un arrangement dit martensitique (du nom d' Adolf Martens, métallurgiste allemand). A température plus élevée, la structure cristallographique change. On l'appelle phase austénitique.

Alliages à effet mémoire.

Les AMS ont été découverts au début du siècle dernier, mais le développement n'a pas été poursuivi parce que les métaux pour lesquels cet effet mémoire avait été découvert n'étaient pas très intenses. En 1962, l'effet mémoire de forme a été découvert par hasard dans l'alliage Nickel -Titane, parce que le NiTi possède des propriétés très favorables. Depuis, le développement des AMS s'est accentué. La plupart des alliages suivants ont, dans une mesure limitée, les propriétés des AMF : Cu-Zn, Cu-Zn-Al, Cu-Zn-Ga, Cu-Zn-Sn, Cu-Zn-Si, Cu-Al-Ni, Cu-Au-Zn, Cu-Sn, Au-Cd, Ni-Al, Fe-Pt, Ni-Ti (Rogers, 1989b,41). Seulement trois alliages peuvent être considérés comme bons AMF: Cu-Zn-Al, Cu-Al-Ni et Ni-Ti. Le dernier a les propriétés les plus marquées. (Besselink, b, 28).

Un autre grand avantage du Nitinol est que la température critique dépend des proportions des constituants dans l'alliage. Lorsque la quantité de nickel augmente, la température critique diminue.

En dehors des alliages à effet mémoire, activés thermiquement, il existe aussi des variantes activées magnétiquement : les AMF magnétiques. Leur réaction (de changement de forme) est plus rapide et ils sont plus efficaces.

Expérience 4: La pompe à main Fizz keeper et la loi de Boyle et Mariotte.

Patrick Walravens

Quelques précautions d'utilisation de la pompe:

Ne gonflez jamais une bouteille de verre avec les pompes Fizz-Keeper.

Chaque fois que vous enlevez la pompe Fizz-keeper d'une bouteille mise sous pression, n'orientez jamais l'ouverture de la bouteille vers vos yeux, ni vers les personnes à qui vous montrez les expériences.

Ne laissez pas les enfants jouer avec la pompe sans surveillance.

De quoi avez-vous besoin?

Une pompe Fizz-Keeper,
Une bouteille PET de 1,5 liter,
Une paille et un ballon de baudruche.

Que faire?

Placez un ballon dans la bouteille. Maintenez l'ouverture du ballon entre vos doigts. Insérez une paille dans la bouteille, le long du ballon, l'autre extrémité de la paille se trouvant hors de la bouteille. Gonflez le ballon et fermez le en formant un nœud, et enfoncez le dans la bouteille. Vissez la pompe sur la bouteille et pompez. La pression dans la bouteille augmente, et le volume du ballon va visiblement diminuer. Ensuite, dévissez la pompe Fizz-Keeper de la bouteille et observez ce qui se passe.

Explication:

Ceci est une illustration parfaite de la loi de Boyle et Mariotte qui explique que lorsque la pression sur un gaz augmente, son volume diminue, pour autant que la quantité de gaz et la température est maintenue constante.

Expérience 5: The Fizz keeper pump et le polystyrène.

Patrick Walravens

De quoi est constitué le polystyrène?

De quoi avez-vous besoin?

Une pompe Fizz-Keeper,
Une bouteille PET de 60 cl et des chips de polystyrène d'emballage.

Que faire?

Remplissez la bouteille à moitié avec des morceaux de polystyrène. Vissez la pompe sur la bouteille et gonflez la bouteille. Les morceaux de polystyrène vont rétrécir considérablement! Dévissez la pompe; le polystyrène se dilate à nouveau.

Explication :

Le polystyrène est un polymère rempli d'alvéoles d'air lors de sa fabrication. Lorsque la bouteille est gonflée, l'air dans les chips de polystyrène est comprimé, réduisant ainsi son volume. Ceci est à nouveau un exemple de la loi de Boyle et

Mariotte, mentionnée dans l'expérience précédente. La diminution de volume pourrait paraître plus petite que ce que la loi de Boyle et Mariotte prévoit, parce que les parois des chips d'emballage offrent une résistance à la variation de pression. Lorsque la pompe est dévissée de la bouteille, la pression exercée sur l'air diminue et il se dilate à nouveau.

Expérience 6: The Fizz keeper pump et le nuage dans la bouteille

Patrick Walravens

De quoi avez-vous besoin?

La pompe Fizz-Keeper,
Une bouteille PET de 1,5 liter
une boîte d'allumettes.

Comment procéder?

Verser un peu d'eau dans la bouteille (max 1 cm).
Allumez 3 allumettes en même temps. Soufflez pour les éteindre et introduisez les rapidement dans la bouteille et vissez tout de suite la pompe. Gonflez la bouteille jusqu'à ce que l'on ressente une résistance suffisante. La bouteille semble tout à fait transparente. Ensuite, dévissez rapidement la pompe et observez ce qui se passe. Vous avez formé un nuage dans la bouteille!!

Explication:

La fumée est constituée de particules servant de noyau pour que les molécules de vapeur d'eau se condensent sur ces noyaux.

Essayez de réaliser cette expérience sans y mettre de la fumée et comparez les résultats.

En gonflant la bouteille avec la pompe Fizz-Keeper, vous réchauffez l'air de la bouteille. En enlevant la pompe rapidement, la pression chute brutalement, correspondant à une diminution brutale de la température. Il en résulte que beaucoup de molécules d'eau vont rapidement se condenser dans l'air de la bouteille et adhèrent aux fines particules de fumée qui se trouvent encore dans la bouteille. Ces petites particules de fumée sont essentielles pour la formation d'un nuage : ce sont les noyaux de condensation qui rendent le nuage visible.

Nous vous souhaitons beaucoup d'amusement scientifique et de succès dans la réalisation de vos expériences.

Expériences sélectionnées par Marc Debusschere, Bernadette Anbergen et Patrick Walravens pour Science on stage Belgium.