

L'ARGENT COMPTE

EXPÉRIENCES SCIENTIFIQUES SIMPLES



David Featonby, Rute Oliveira

IMPRESSION

Publié par

Scienceon Stage Europe e.V.
Am Borsigturm 15
13507 Berlin, Germany

Auteurs

David Featonby (UK, Science on Stage Europe)
Rute Oliveira (Portugal, Nobel Algarve British
International School)

Design

WEBERSUPIRAN.berlin

Illustration

Arnaud Braibant

Traduction

Véronique Corbeil, Science on Stage
Canada

Crédits

Les auteurs ont vérifié, à leur connaissance et avec le plus grand soin, l'ensemble des aspects relatifs aux droits d'auteur concernant les médias et les textes utilisés dans ce matériel pédagogique.

Licence

Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution – Partage dans les Mêmes Conditions 4.0 International :



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.

À propos de Science on Stage Europe

Science on Stage Europe réunit des professeurs de sciences de toute l'Europe afin d'échanger des bonnes pratiques, des idées et des concepts pédagogiques avec des collègues passionnés issus de plus de 30 pays. Science on Stage Europe est convaincue que le meilleur moyen d'améliorer l'enseignement des sciences et d'encourager davantage d'élèves à envisager une carrière scientifique ou d'ingénierie est de motiver et d'informer leurs enseignants. Cette organisation à but non lucratif a été fondée en 2000 et touche 100 000 enseignants à travers l'Europe.



Science on Stage propose des ressources pédagogiques conçues par des enseignants européens de sciences, technologies, ingénierie et mathématiques (STEM) pour les enseignants. Toutes ces ressources sont gratuites et libres d'accès ; elles peuvent être téléchargées ici :

<https://www.science-on-stage.eu/teachingmaterials>



www.science-on-stage.eu
www.science-on-stage.eu/newsletter
www.science-on-stage.eu/socialmedia
Contact : info@science-on-stage.eu

Découvrez-en plus sur Science on Stage Europe – le réseau européen des professeurs de sciences



TABLE DES MATIÈRES

IMPRESSION	2
TABLE DES MATIÈRES	3
INTRODUCTION	5
1 INERTIE ET NEWTON	6
1.1 Pont de papier	6
1.2 10 sous dans une bouteille	8
1.3 Défi de l'inertie	10
1.4 1re loi de Newton avec une carte de crédit	12
1.5 Surprise... une application des lois de Newton avec une pile de pièces de monnaie	13
1.6 Paille et pièces de monnaie	14
1.7 Première loi de Newton et le tour des pièces qui disparaissent	15
2 CHUTE LIBRE	16
2.1 Chute libre et réactions	16
2.2 Pièces tombant... Plus vite que « g »	17
2.3 Expérience de la pintade et de la plume	19
2.4 Attrape-pièces	20
3 CHIMIE	21
3.1 La solution magique	21
3.2 Pile bouton	22
4 TENSION DE SURFACE	24
4.1 Accumulation d'eau – Test de la force de la tension superficielle	24
4.2 Tension sur la carte !	26
4.3 Pièces de monnaie dans un bécher d'eau	27
5 ÉLECTRO ET MAGNÉTISME	28
5.1 Allumette et pièce de monnaie	28
5.2 Déplacer de l'argent apparemment « non magnétique » à l'aide d'un aimant	29

5.3	Magnétisme induit	31
5.4	Plus de mystères magnétiques	32
5.5	Magnétisme induit II	35
5.6	Yen et Neo Aimants	36

6 MATHÉMATIQUES 38

6.1	Pile ou Face	38
6.2	Expérience de roulement de pièces	40
6.3	Masse et Volume – Déterminer la densité	41

7 GÉNÉRAL 43

7.1	Équilibre d'un billet de banque	43
7.2	Billet et trombones	45
7.3	Bille et pièce	46
7.4	La pièce et le cure-dent plié	48
7.5	Génie dans la bouteille ?	48
7.6	La pièce qui disparaît ?	50
7.7	Le défi des trois pièces	51
7.8	Propriétés des pièces (10, 5, 2 et 1 ps britanniques) et des billets (billet de 1 dollar américain)	52
7.9	Détection d'un billet authentique à la lumière UV	53
7.10	Retourner un billet de banque	54
7.11	Pièce rebondissante : la force de l'air	56
7.12	Diffraction sur un billet canadien	57

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

Ce livret propose des activités avec des lasers, des aimants et des pièces de monnaie. La plus grande prudence est de mise lors de la manipulation de ces matériaux. Ne jamais diriger un laser vers les yeux d'une personne, car cela pourrait entraîner des blessures graves. Garder tous les petits objets, tels que les pièces de monnaie et les aimants, hors de portée des jeunes enfants, car ils présentent un risque d'ingestion ou d'étouffement.

En réalisant l'une des activités décrites, vous acceptez l'entière responsabilité de votre propre sécurité et de celle des autres.

Les auteurs et éditeurs de ce livret ne sauraient être tenus responsables des accidents, blessures ou dommages pouvant résulter de la réalisation de ces activités.

INTRODUCTION

Bienvenue dans notre sélection d'expériences, certaines conçues par nos soins, d'autres partagées par divers enseignants, ou inspirées d'activités découvertes lors de nos recherches et échanges d'idées avec des collègues de toute l'Europe. Notre objectif était de rassembler des expériences liées à l'argent dans un livret utile aux enseignants.

L'idée a été développée pour Science on Stage à Londres en 2015 par Niloufar Wijetunge, dont le projet initial était « L'argent compte ». Cette idée a été développée par David en 2019, dans son article pour le Science in School Journal en 2019 « Des prouesses fantastiques – La magie de l'argent » (<https://www.scienceinschool.org/article/2019/fantastic-feats-magic-money/>), qui a ensuite inspiré ce projet et ce livret enrichi.

Pour les autres... dont les idées et les encouragements nous ont été précieux lors de la rédaction de ce livret, nous nous remercions mutuellement pour notre patience constante dans la réalisation de ces expériences.

Ce livret se compose de plusieurs sections, dont la plupart traitent de différents aspects des programmes scientifiques en Europe et au-delà. Il s'adresse à tous les âges, du plus jeune passionné à l'enseignant expérimenté (et même aux retraités !). Il peut servir de ressource pédagogique en classe, ou simplement de divertissement pour intriguer et amuser.

Nous avons tous un peu d'argent en poche (du moins, on l'espère !) et donc un véritable laboratoire à portée de main. Comme nous n'utilisons pas de matériel de laboratoire, nombre de ces expériences peuvent être réalisées spontanément et de manière impressionnante. Mais attention, nombre de nos pièces et billets habituels disparaissent rapidement de la circulation et les matériaux utilisés changent. Par exemple, les billets en papier sont remplacés par le plastique, et la frappe des pièces de monnaie se tourne vers une utilisation plus économique des métaux. L'acier magnétique, par exemple, est bien moins cher que le cuivre et le nickel, qui étaient autrefois les métaux les plus courants. La valeur intrinsèque des pièces de monnaie n'a plus grand-chose à voir avec leur valeur en tant que morceau de métal, comme c'était le cas historiquement. Au Royaume-Uni, par exemple, la pièce de 10 pence a récemment vu sa valeur intrinsèque passer de 4,5 pence à 0,5 pence en 2011. On compte aujourd'hui plus de 500 pièces de monnaie magnétiques dans le monde, du fait de la proportion accrue d'acier utilisé.

Alors, profitez des pages suivantes ! Je suis sûr que vous connaissez déjà beaucoup d'expériences, et j'espère que nous pourrions leur donner une nouvelle dimension ! Nous espérons que de nombreux enseignants trouveront utiles les éclairages scientifiques que nous apportons sur les phénomènes observés, et surtout, qu'ils en mettront en pratique le plus grand nombre possible.

Un grand merci à :

Niloufar Wijetunge (Angleterre), Nuria Muñoz Molina (Espagne),
Paul Nugent (Irlande), Kim Christiandson (Danemark)
David Featonby (Royaume-Uni, Science on Stage Europe)
Rute Oliveira (Portugal, Science on Stage Portugal)



1 INERTIE ET NEWTON

Les lois du mouvement de Newton sont fondamentales pour notre compréhension de presque tous les mouvements mécaniques, qu'ils soient prévus ou imprévus. Ces expériences illustrent différents exemples de ces lois.

1.1 Pont de papier

La science

Première loi de Newton sur le mouvement, impulsion et inertie.

Description - Déroulement

Matériel nécessaire :

2 pièces de monnaie identiques, 2 verres (ou bécjers), 1 bande de papier ou un billet de 10 \$

Préparation :

- Placez le billet à plat entre les deux verres, en formant un pont, sans trop serrer.
- Déposez une pièce sur le billet, au-dessus du bord de chaque verre, à l'horizontale comme sur la photographie (photo 1).



Photo 1: Installation avec deux verres.

Le défi :

- Retirez rapidement la bande de papier sans faire tomber les pièces dans les verres.

Comment ça marche :

- Frappez fermement le papier en son centre (photo 2).
- Le papier glissera rapidement, tandis que les pièces resteront en équilibre sur les bords du verre (photo 3).



Photo 2: Force appliquée.



Photo 3: Défi complété.

Explication - La science en contexte

Selon la première loi de Newton (l'inertie), un objet au repos reste au repos, sauf si une force résultante extérieure s'exerce sur lui. L'inertie est la tendance d'un objet à résister aux changements de son état de repos ou de mouvement. Ainsi, le papier bouge, mais les pièces restent en place grâce à leur inertie.

La vitesse du mouvement libérera le papier et laissera les deux pièces toujours posées sur le bord des béchers, immobiles. Déplacer les pièces nécessite une impulsion importante du papier. Donc, si la force n'est pas très importante et que la durée est courte, l'impulsion ($F \times t$) sera faible.

Remarque : Il est important de tirer le billet vers le bas, car toute force vers le haut fera bouger les pièces.

Prolongements

Une activité supplémentaire.

Description - Que faire

Placez quelques pièces en équilibre sur le goulot de la bouteille, sous le billet de 10 €. Le défi : retirez le billet en laissant les pièces en équilibre sur le goulot (photo 4).



Photo 4: Bouteille et pièce



Photo 5: Enlever le billet

Solution:

Tenez le billet horizontalement dans votre main, juste en dessous de la pièce du dessous, et tirez brusquement le billet avec le bord de votre autre main pour le séparer (photo 5).

Il est important de tirer le billet vers le bas, car une force ascendante permet de déloger la pile.

1.2 10 sous dans une bouteille

La science

Centre de masse, frottement, inertie et impulsion.

Description - Quoi faire ?

Placer le billet de 10 \$ à plat sur une table sèche et une bouteille en verre sèche renversée dessus (photo 1).

Le défi:

Retirez le 10 \$ sans toucher ni renverser la bouteille.

Solutions:

1. Retirez le billet le plus rapidement possible. Placez la bouteille près du bord de la table, le billet dépassant. Tenez le billet presque horizontalement d'une main, juste sous la surface de la table, et, de l'autre main, frappez-le brusquement pour le retirer (photo 1).



Photo 1: Prêt à être retiré



Photo 2: Défi complété

Explication - La science en contexte : L'inertie est la tendance d'un objet à conserver son état de mouvement (au repos ou en mouvement) à moins qu'une force extérieure n'agisse sur lui. La bouteille est initialement au repos sur la table (presque en équilibre instable, ce qui la rend facile à renverser). Lorsque vous tirez rapidement sur le billet, la force que vous appliquez agit sur celui-ci. Il y a également du frottement entre la bouteille et le billet lorsque celui-ci est retiré, mais pendant le court laps de temps nécessaire au billet pour glisser, l'impulsion (F_{xt}) est insuffisante pour déplacer la bouteille. Il est important de tirer le billet vers le bas, car toute impulsion donnée à la bouteille la fera tomber.

2. Retirez le billet aussi lentement que possible. Roulez le billet et utilisez-le pour pousser doucement la bouteille. (photos 3 to 5).



Photo 3, 4 and 5: Rouler le billet pour l'enlever.

Explication –

La science en contexte : Il existe une force de frottement entre la bouteille et le billet. Si vous tirez sur le billet rapidement, la force appliquée est importante et la bouteille est entraînée. Si vous tirez lentement, la force de frottement est faible et le billet glisse sans faire bouger la bouteille.

Même à l'envers, le centre de gravité de la bouteille se situe verticalement au-dessus du goulot. Tant que le frottement est insuffisant pour perturber cet équilibre, la bouteille reste droite. Elle tend à rester immobile.

Lorsque vous tirez lentement sur le billet, l'impulsion appliquée est insuffisante pour le mettre en mouvement.

Aucune de ces méthodes ne fonctionnera correctement si la table est mouillée (bien que ce soit un moyen d'empêcher quelqu'un d'autre de relever le défi !).

Prolongement

Voici une variante du célèbre tour de la nappe (voir l'article « Fantastic Feats » de Science in School, paru en 2017 dans la section « Money Grab – Explanation – Trickier Tricks » :

<https://www.scienceinschool.org/article/2017/fantastic-feats/>).

Pour les plus courageux, vous pouvez corser le tour avec deux bouteilles emfilées l'une sur l'autre, goulot contre goulot, comme illustré. Le principe reste le même, mais cette configuration est beaucoup moins stable qu'avec une seule bouteille.

La moindre force vers le haut fera tomber la bouteille du dessus. Bonne chance !



Photo 6: Deux bouteilles de verre avec un billet



Photo 7: A propos de retirer le billet



Photo 8: Oui!!!

Pour aller plus loin, demandez-vous : « Que se passe-t-il si nous essayons de faire cela avec des bouteilles en plastique vides ? Et que se passe-t-il ensuite si les bouteilles sont remplies d'eau (et scellées bien sûr !!!) ? »

1.3 Le défi de l'inertie

La science

Inertie, accélération et chute libre.

Description - Quoi faire ?

Deux pièces de monnaie sont placées en équilibre horizontalement et diamétralement opposées sur le bord d'un verre à vin, de préférence avec les bords presque verticaux (photo 1).

Le défi consiste à retirer les deux pièces simultanément d'une seule main, sans bouger ni toucher le verre à vin, sans utiliser d'accessoire. Le deuxième défi est le suivant : tenir trois pièces ensemble entre le pouce et l'index (photo 2). Pouvez-vous maintenir les pièces extérieures tout en retirant celle du centre, sans utiliser votre autre main ?

Explication – La science en contexte

Ces expériences portent sur la chute libre et l'accélération. Lorsqu'un corps est lâché, sa vitesse initiale vers le bas est nulle. En l'absence d'autres forces, il accélère vers le bas à $9,8 \text{ m/s}^2$, ce qui signifie que pendant la première fraction de seconde, l'objet ne parcourt qu'une très courte distance.

Cette distance est encore réduite par la légère humidité du doigt, qui oppose une force de résistance supplémentaire au mouvement. Dans la première expérience, la première étape consiste à déplacer les pièces de monnaie de manière à ce qu'elles reposent verticalement sur les bords du verre (photo 3). Ensuite, on a suffisamment de temps pour rapprocher les doigts qui tiennent les pièces sur le verre (photo 4).



Photo 1 : Deux pièces de monnaie sont placées en équilibre horizontal, diamétralement opposées, sur le bord d'un verre à vin.



Photo 2: Tenir les pièces



Photos 3 et 4 : Démonstration étape par étape de la manière dont les pièces sont attrapées grâce à l'inertie.

Dans la deuxième expérience, les doigts maintiennent les pièces extérieures presque immobiles pendant un temps suffisant pour que la pièce intérieure glisse et que les pièces extérieures soient à nouveau réunies (photos 5 et 6).



Photos 5 et 6 – Les doigts sont écartés puis rapidement rapprochés entre les photos 5 et 6.

1.4 1re loi de Newton avec une carte de crédit

La science

. La première loi du mouvement et l'inertie de Newton.

Description - Quoi faire ?

- Matériel nécessaire (photo 1).
- Placez une carte de crédit sur un verre (photo 2).
- Placez une pièce de monnaie sur la carte, au centre (photo 2).
- D'un mouvement rapide, tirez la carte horizontalement ou faites-la tomber du verre (photo 3).
- La pièce tombe presque verticalement et reste à l'intérieur du verre une fois la carte retirée.



Photo 1: Matériel à prévoir



Photo 2: Installation



Photo 3: Défi complété

Explication - La science en contexte

Selon la première loi de Newton, une pièce au repos restera au repos tant qu'aucune force résultante extérieure ne s'exercera sur elle.

Lorsqu'on retire la carte rapidement, la pièce ne suit pas le mouvement de celle-ci car le frottement entre la carte et la pièce est faible, et de très courte durée. Par conséquent, la pièce tombe en ligne droite, vers le bas, sous l'effet de la gravité. Ceci démontre qu'un objet au repos reste au repos tant qu'aucune force extérieure significative ne s'exerce sur lui.

Lorsque la pièce repose sur la carte, la force résultante est nulle, car la force gravitationnelle agissant sur la pièce est égale et opposée à la réaction normale. Lorsque la carte est retirée, la seule force agissant sur la pièce est la force gravitationnelle, et la pièce tombe donc verticalement.

1.5 Surprise... une application des lois de Newton à l'aide d'une pile de pièces de monnaie

Description - Quoi faire

- Formez une pile de pièces (photo 1), placées horizontalement les unes sur les autres, d'une hauteur supérieure au diamètre.
- Placez une pièce en équilibre vertical sur le côté et lancez-la d'un coup sec dans la pile, de sorte que la pièce roulante entre en contact avec quelques pièces du bas.
- Lancez la pièce verticale dans la tour de pièces.



Photo 1 : La pile et la pièce de monnaie à frapper



Photo 2: Après la frappe

Une seule pièce émergera du tas à une hauteur équivalente à son rayon (photo 2).

Explication – La science en contexte

La pièce qui roule exerce une force importante sur le tas uniquement à une hauteur égale à son rayon (photo 3). Par conséquent, seule la pièce située à cette hauteur est déplacée, comme illustré sur la photo 4 ; les autres restent dans le tas. Lorsque la pièce heurte le tas, elle lui transmet son impulsion uniquement, les autres pièces restant quasiment immobiles au-dessus et en dessous.



Photo 3: Avant la frappe



Photo 4: Après la frappe

Prolongement

Essayez avec plus de pièces...

- Les pièces supplémentaires rendent-elles la pile plus stable grâce à leur masse additionnelle ? Ou rendent-elles simplement l'éjection d'une pièce plus difficile en raison d'une friction accrue ?
- Comment l'expérience est-elle affectée par le nombre de pièces au-dessus du point de frappe ?
- Que se passe-t-il si l'on utilise une pièce plus petite/plus grande comme percuteur ?

1.6 Pailles et pièces de monnaie

La science:

Cette expérience démontre à la fois la première loi du mouvement de Newton (inertie) et la relation entre la vitesse linéaire, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.

Description - Quoi faire

Placez deux pièces comme indiqué sur la photo 1, l'une à 1 unité du pivot, l'autre à 3 unités. Lorsque vous frappez l'extrémité libre de la balance, les pièces sont projetées vers le haut... mais de combien ?

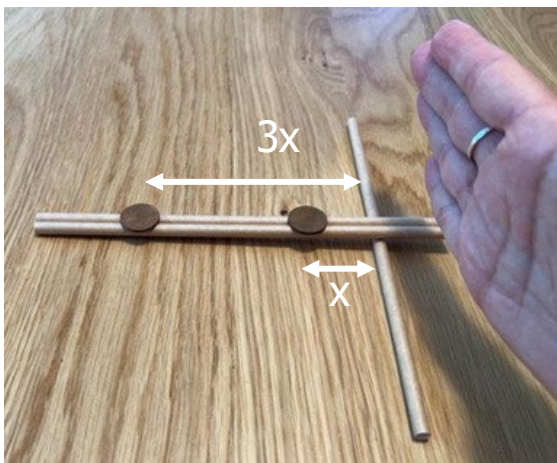


Photo 1: Installation

Les deux pièces quitteront-elles les pailles ? Monteront-elles de la même hauteur ? Si la hauteur est différente, la pièce la plus éloignée du point de pivot montera-t-elle le plus ? Y aura-t-il un lien entre les hauteurs atteintes par les deux pièces ?

Explication- Science en contexte

Lorsque la planche (faite de pailles en papier dans cet exemple, ou de crayons) bascule vers le haut et s'arrête brusquement, les pièces continuent d'avancer par inertie. Leur vitesse dépend de leur distance par rapport au point de pivot.

À vous de jouer... Utilisez des pièces et des crayons si vous n'avez pas de pailles.

- La pièce située à une distance x du pivot possède une certaine vitesse linéaire v .
- La pièce située à une distance $3x$ se déplace à une vitesse $3v$, car la vitesse augmente avec la distance au pivot lorsque le plateau tourne.

Maintenant, considérons les énergies:

- L'énergie cinétique est proportionnelle au carré de la vitesse ($E_k = \frac{1}{2}mv^2$).
- Par conséquent, la pièce à la position $3x$ possède non pas 3 fois, mais 9 fois plus d'énergie cinétique que la pièce à la position x puisque $(3v)^2 = 9v^2$.

Lorsque les pièces s'élèvent, leur énergie cinétique se convertit en énergie potentielle gravitationnelle ($E_p = mgh$). Avec une énergie neuf fois supérieure, la pièce extérieure s'élève à une hauteur environ neuf fois supérieure à celle de la pièce intérieure.

1.7 La première loi de Newton et le tour des pièces qui disparaissent

La science

Cette activité explore la première loi du mouvement de Newton — un objet reste au repos ou en mouvement rectiligne uniforme en l'absence de force extérieure — extraite du chapitre sur les forces et le mouvement du programme de physique. Elle développe également l'esprit critique et le sens de l'observation en mêlant principes scientifiques et illusion.

Description - Quoi faire

Commencez par observer une pile de pièces de 10 sous, deux récipients identiques (apparemment vides) et une bague posée sur la surface.

- Placez un récipient sur les pièces, les cachant de la vue.
- Placez ensuite le deuxième récipient sur le côté, près de l'anneau.
- Déplacez alors le premier récipient (contenant maintenant les pièces) et placez-le sur l'anneau. «
- Waouh ! Les pièces ont disparu ! » (voir photos 1 à 4). Après une pause dramatique, demandez au public : « À votre avis, que deviennent les pièces ? »
- « Waouh, les pièces sont maintenant sous le récipient sur la bague. »

Le reste du numéro est laissé à l'imagination de l'artiste... mais les pièces semblent être transférées à volonté entre les deux récipients.



Photos 1 to 4: Expérience des pièces disparues

Remarque : Ces contenants sont achetés dans une boutique de magie et sont conçus pour s'adapter parfaitement à la monnaie locale.

Explication - Science en contexte

La première loi de Newton stipule qu'un objet au repos reste au repos, à moins qu'une force résultante extérieure ne s'exerce sur lui. Ce tour mêle principes physiques et illusions, amenant le spectateur à s'interroger sur la réalité de ses observations. Il illustre comment les attentes peuvent obscurcir la compréhension, un concept fondamental de l'observation scientifique.

Prolongement

La conclusion de Hetrick est volontairement laissée de côté, incitant les élèves à prédire les résultats en se basant sur la physique et la logique. (La pile de pièces de 10 sous semble avoir été déplacée dans le récipient vide).

2 Chute libre

Plusieurs expériences portent sur la chute libre d'objets soumis à la gravité, en l'absence de forces extérieures. Pour mieux comprendre ce phénomène, il est parfois utile de considérer la situation avec et sans résistance de l'air.

2.1 Chute libre et réaction

La science

Il nous faut environ 0,5 seconde pour réagir à un stimulus visuel, ce qui est plus long que le temps nécessaire pour qu'une note tombe, de sa longueur.

Description - Quoi faire

Il faut être deux. La première tient le billet comme sur la photo 1, tandis que la seconde place son pouce et son index de chaque côté du billet, comme indiqué. Lorsque la première personne laisse tomber le billet, la seconde tente de le rattraper entre ses doigts. Inévitablement, elle n'y parvient pas (photo 2).



Photo 1: Comment installer l'expérimentation



Photo 2: Trop tard pour attraper la note

Explication - Science en contexte

Le temps de réaction normal avant que les doigts ne puissent saisir le billet est trop long. Le billet tombe donc au sol. La deuxième personne peut le rattraper si elle vise juste avant qu'il ne touche le sol, car cela lui laisse le temps de se baisser rapidement en fléchissant les genoux et en déplaçant sa main d'un geste vif (photo 3).



Photo 3: La note est attrapée près du sol

Prolongement

Comment le temps de réaction varie-t-il selon la méthode de signal ? Que se passe-t-il si, au lieu d'utiliser la vue, on tape sur la tête de la personne qui « attrape » ou si on lui annonce que la note tombe (signal sonore) ? Ces deux méthodes donnent des temps de réaction plus courts que la vue, ce qui peut être prouvé en laissant tomber une règle d'un demi-mètre. Mais ce gain de temps est-il suffisant pour attraper une note ?

Refaites l'expérience en signalant la chute par une tape sur la tête ou un signal sonore.

Vous constaterez que la vue est de loin le signal le plus lent, c'est-à-dire celui qui induit le temps de réaction le plus long.

2.2 La chute de la note ... Plus rapide que "g"

La science

Lois de Newton, rotation et mouvement

Description - Quoi faire

Un objet en chute libre peut-il atteindre une vitesse supérieure à g , c'est-à-dire une accélération supérieure à l'accélération due à la gravité ?

Le dispositif est une règle horizontale pivotant à une extrémité, de sorte qu'elle puisse basculer vers le bas jusqu'à la verticale. Quelle est l'accélération des différentes parties de la règle et comment cela affecterait-il les pièces posées dessus ? Vont-elles toutes glisser le long de la règle et tomber dans le pot en dessous ? Comment le poids des pièces et le frottement entre la règle et les pièces affecteront-ils le résultat ? Qu'est-ce qui influence le nombre de pièces qui atteindront le pot ?



Photo 1 : Le dispositif ; remarquez les pièces placées le long de la règle et le récipient vide en dessous.



Photo 2 : Gros plan montrant les pièces de monnaie

Explication- Science en contexte

Lors de la rotation de la règle vers le bas dans cette expérience, l'accélération initiale du centre de masse est « g ». Cependant, l'extrémité de la règle proche du pivot subit une accélération linéaire inférieure à « g », tandis que l'autre extrémité subit une accélération supérieure à « g ».

Ainsi, les pièces éloignées du pivot restent collées à la règle et tombent librement à « g », tandis que les pièces plus proches du pivot restent en contact avec la règle et tombent donc dans la boîte lorsqu'elles glissent le long de la règle.

L'extrémité de la règle la plus éloignée du pivot se déplace vers le bas avec une accélération supérieure à l'accélération due à la gravité. Les pièces proches de cette extrémité quittent donc la règle immédiatement et tombent verticalement.

Les pièces proches du sol pivotent, en fonction de la valeur du frottement, restent sur la règle et peuvent glisser dans le pot.



Photo 3 : Notez que seule la moitié des pièces ont atteint le récipient, celles qui se trouvent au sol sont approximativement en dessous de leur point de départ.

2.3 Expérience sur la pintade et les plumes

(Adapté au XXI^e siècle))

La science

Domaine d'apprentissage : Forces, résistance de l'air, gravité.

Dans la version célèbre de cette expérience (réalisée par George Adams pour une démonstration au roi George III d'Angleterre en 1671), une plume était placée avec une guinée (ancienne pièce de monnaie britannique) et lâchée dans un tube sous vide. L'expérience peut (a) également être réalisée avec divers objets dans le tube sous vide. Le contraste est marqué lorsque de l'air est introduit. Une version plus simple, illustrée ici, consiste simplement à utiliser un petit morceau de papier déchiré et une pièce de monnaie de taille moyenne (photo 1). Comment faire tomber les deux objets ensemble pour qu'ils touchent le sol en même temps ?



Photo 1: Installation



Photo 2: Laissez tomber la pièce avec le papier dessus.

Description - Quoi faire

- Prenez une pièce de monnaie de taille moyenne.
- Déchirez un petit morceau de papier, plus petit que la pièce.
- Placez le papier à plat sur la pièce (photo 1).
- Assurez-vous que le papier ne dépasse pas ; il doit être entièrement recouvert par la pièce.
- Lâchez le tout ensemble, comme un seul bloc, d'une certaine hauteur (photo 2).

Explication- Science en contexte

Lorsqu'on laisse tomber simultanément une pièce de monnaie et un petit morceau de papier de la même hauteur, la pièce subit une accélération plus importante que le papier. Ceci est dû à la résistance de l'air, qui s'exerce davantage sur le papier, plus léger, que sur la pièce, plus lourde. En plaçant le papier sur la pièce et en la laissant tomber, on crée une mini-zone de « vide » (un vide partiel) derrière la pièce, de sorte que la pièce absorbe la majeure partie de la résistance de l'air. Le papier, quant à lui, « s'accroche » à la pièce et tombe comme si la résistance de l'air était négligeable.

2.4 Pièce volée

La science

Accélération, temps de réaction, vitesse et distance.

Description - Quoi faire

Tenez en équilibre une pile de pièces sur votre coude comme indiqué ci-dessous (photo 1)... autant que possible ! En faisant pivoter votre bras dans le sens de la flèche, pouvez-vous rattraper les pièces avant qu'elles ne tombent ? (Photo 2)



Photo 1: Prêt à attraper?



Photo 2: Réussi !

Explication- Science en contexte

Dès que les pièces sont lâchées, elles accélèrent vers le bas à $9,8 \text{ m/s}^2$. Elles accélèrent ainsi depuis leur vitesse initiale de 0 m/s , parcourant initialement une courte distance et pouvant donc être facilement attrapées à la main.

Bien sûr, sur une si courte distance et à cette faible vitesse, la résistance de l'air est négligeable. Combien pouvez-vous en attraper sans en laisser tomber une seule ?

Prolongement

Nous pouvons essayer avec une règle sur votre bras de soutenir une rangée de pièces (photo 3).



Photo 3: Des pièces de monnaie en équilibre sur une règle.

3 CHIMIE

Money is not only about numbers and values – it is also about materials and chemistry. Coins and banknotes are made from special substances that give them strength, durability, and sometimes surprising scientific properties.

3.1 Solution magique

La science

Réaction Redox

Description - Quoi faire

- Cherchez deux pièces rouillées (photo 1).
- Remplissez un verre de vinaigre et ajoutez une cuillère à café de sel.
- Remuez jusqu'à dissolution complète du sel.
- Plongez les pièces dans la solution et laissez-les tremper quelques minutes (photo 2) (la durée peut varier selon la concentration du vinaigre et le degré d'oxydation de la pièce, mais quelques minutes suffisent généralement) (photo 3).
- Vous remarquerez que la pièce commence à changer de couleur et à briller.
- Retirez-la, rincez-la à l'eau courante et séchez-la soigneusement (photo 4).



Photo 1: Deux pièces rouillées



Photo 2: Solution de sel et vinaigre



Photo 3: Ajouter une pièce à la solution.



Photo 4: Comparer les deux pièces.

Explication- Science en contexte

Le cuivre, présent dans certaines pièces de monnaie, réagit avec l'oxygène de l'air au fil du temps, formant de l'oxyde de cuivre(II) (CuO), ce qui donne à la pièce un aspect plus foncé et rouillé.

Le vinaigre, une solution d'acide acétique, réagit avec les oxydes de cuivre présents à la surface de la pièce, formant des sels de cuivre solubles dans l'eau (acétate de cuivre(II)). La solution acide élimine la couche d'oxyde, révélant le cuivre métallique brillant en dessous.

Le sel (chlorure de sodium) contribue à solubiliser ces sels de cuivre, accélérant ainsi le processus de nettoyage. Le chlorure de sodium fournit des ions chlorure (Cl^-) qui aident à former des composés solubles avec le cuivre oxydé.

Cela contribue à solubiliser les sels de cuivre, facilitant ainsi leur élimination de la surface de la pièce.

Le sel augmente également la conductivité de la solution, ce qui facilite les réactions chimiques car il augmente le nombre de particules chargées (ions) en solution. Ainsi, les réactions entre l'acide du vinaigre et les oxydes de cuivre se produisent plus rapidement. Après nettoyage, la pièce sera plus brillante et retrouvera sa couleur d'origine, car les oxydes qui la rendaient opaque auront été éliminés.

Prolongement

Répétez le test avec du cola et de la sauce tomate et observez si ces substances sont également capables de nettoyer les pièces.

3.2 Pile bouton

La science

Les piles utilisent une réaction chimique pour produire de l'électricité. Elles nécessitent deux métaux différents (électrodes) et une solution acide (électrolyte).

Description - Quoi faire

Préparez un tas de pièces de 5 centimes d'euro (ou d'autres pièces à surface cuivrée) et de disques d'aluminium découpés dans une canette de boisson gazeuse, de la même taille que les pièces. Découpez également des disques de papier absorbant du même diamètre que les pièces et imbitez-les d'une solution aqueuse contenant quelques gouttes d'acide, comme du jus de citron ou du vinaigre. Empilez-les en alternance : commencez par une pièce de 5 sous, puis placez le papier absorbant imbibé d'électrolyte par-dessus. Déposez ensuite un disque d'aluminium par-dessus et répétez l'opération jusqu'à épuisement des 10 pièces.

Explication- Science en contexte

Une pile, ou cellule électrochimique, est composée de deux électrodes (anode et cathode) et d'un électrolyte. L'anode est l'électrode où se produit l'oxydation (perte d'électrons), et la cathode, l'électrode où se produit la réduction (gain d'électrons). L'électrolyte est une substance qui permet le déplacement des ions, assurant ainsi la circulation du courant électrique entre les électrodes.

L'aluminium s'oxyde (à l'anode), le cuivre se réduit (à la cathode), et l'électrolyte permet la circulation des charges entre les deux éléments.

On peut utiliser de l'eau vinaigrée et salée comme électrolyte.

Prolongements

- Mesurez la tension à l'aide d'un voltmètre.
- Comparez la tension en fonction du nombre d'éléments (pièces, papier, aluminium) utilisés.
- Le défi : allumer une LED.

Une activité supplémentaire consistera à construire une pile à fruits.

Quoi faire

- Faites une petite incision dans chaque citron (orange ou tomate) à l'aide d'un couteau de cuisine. Insérez une pièce de monnaie (5 centimes d'euro) à moitié dans l'incision.
- Enfoncez un clou galvanisé dans chaque citron, du côté opposé à la pièce.
- Assurez-vous que la pièce et le clou ne se touchent pas.
- Utilisez des pinces crocodiles pour relier le clou d'un citron à la pièce du citron suivant.
- Répétez l'opération jusqu'à ce que les quatre citrons (oranges ou tomates) soient reliés en série.
- Fixez une pince libre à la pièce ouverte et l'autre pince libre au clou ouvert.
- Connectez ces dernières pinces aux pattes d'une mini-ampoule LED. Si elle ne s'allume pas, inversez les connexions.

Explication- Science en contexte

À l'intérieur de chaque citron (orange ou tomate), une réaction chimique se produit :

- L'oxydation se produit au niveau du clou en zinc.
- La réduction se produit au niveau de la pièce de cuivre.

Ce flux d'électrons du zinc au cuivre crée un courant électrique.

En reliant plusieurs citrons (ou oranges ou tomates) ensemble, la tension s'additionne et devient suffisamment forte pour alimenter la LED.

<https://www.scienceinschool.org/article/2025/building-a-simple-voltaic-pile/>

4 TENSION DE SURFACE

L'eau peut paraître douce et fluide, mais sa surface cache une « peau » invisible. Grâce à elle, les gouttes se transforment en sphères, et même certains animaux, comme les gerris, peuvent marcher sur l'eau, rendant possibles de nombreuses expériences scientifiques amusantes.

4.1 Accumulation d'eau – Test de la force de la tension superficielle

La science

Cette expérience simple met en lumière la tension superficielle, un concept fondamental en mécanique des fluides et en interactions moléculaires. Elle démontre comment les molécules à la surface d'un liquide s'agglutinent étroitement, formant une sorte de « peau » qui retient l'eau en place, même sur une petite surface incurvée comme une pièce de monnaie.

Voir la section « Feat 2 Water Pile up » dans Science in School, été 2019

<https://www.scienceinschool.org/article/2019/fantastic-feats-magic-money/>

Description - Quoi faire

Matériel

- Une petite pièce de cuivre
- Une pipette (ou une seringue)
- De l'eau propre
- Une surface plane (par exemple, une table)
- Du savon ou du détergent (facultatif, pour l'extension)

Étapes

1. Nettoyez soigneusement la pièce à l'eau chaude savonneuse. Rincez-la et séchez-la complètement pour éliminer toute trace de graisse ou de détergent.
2. Remplissez la pipette d'eau propre.
3. Tenez la pipette légèrement au-dessus de la pièce (sans la toucher) et déposez une goutte d'eau au centre (photo 1).
4. Continuez d'ajouter une goutte à la fois, en les comptant.
5. Observez l'eau former un dôme au-dessus de la pièce (photo 2).
6. Arrêtez-vous lorsque l'eau déborde : c'est votre total !
7. Répétez l'expérience et essayez d'améliorer votre score, ou défiez vos camarades à un duel de tension superficielle.



Photo 1: Les premières gouttes



Photo 2: Après une quarantaine de gouttes

Explication- Science en contexte

Les molécules d'eau s'attirent mutuellement, créant des forces de cohésion à la surface qui forment un film résistant et flexible : c'est la tension superficielle. C'est cette tension qui permet à l'eau de former un dôme à la surface de la pièce sans déborder, même si la surface est petite et incurvée.

La propreté de la surface de la pièce est essentielle : toute trace de graisse ou de saleté rompt les liaisons moléculaires, réduisant ainsi la quantité d'eau pouvant être contenue.

L'ajout de savon ou de détergent perturbe la tension superficielle. Les molécules s'écartent plus facilement et l'eau déborde plus rapidement.

Ceci démontre comment même de faibles forces moléculaires peuvent influencer le comportement des liquides de manière visible et mesurable.

Prolongement

Explorer des idées pour aller plus loin:

- Surprise savonneuse : Ajoutez une goutte de savon dans le dôme d'eau et observez son affaissement. Discutez de la façon dont les molécules de savon interfèrent avec la tension superficielle.
- Test de température : Comparez le nombre de gouttes que l'on peut déposer dans l'eau froide et dans l'eau chaude. La température a-t-elle une incidence sur la tension superficielle ?
- Variation de la taille des pièces : Réalisez l'expérience avec des pièces de différentes tailles. Prédisez et mesurez comment la taille des pièces influence la formation de l'eau.
- Science au ralenti : Filmez le processus et observez la formation du dôme d'eau. Observez le moment final où il éclate et analysez les causes de l'éclatement.

4.2 TENSION SUR LA CARTE!

La science

Tension de surface de l'eau

Description - Quoi faire

Si l'on pose une carte bancaire en équilibre sur le bord d'un verre et qu'on essaie d'y déposer ne serait-ce qu'une pièce de monnaie, elle tombera. En revanche, si l'on remplit le verre d'eau, le résultat sera différent.

1. On commence par remplir un verre d'eau jusqu'à ce qu'il ne puisse plus être rempli sans déborder.
2. Ensuite, on pose une carte bancaire en équilibre sur le bord du verre.
3. On essaie maintenant de faire tenir en équilibre le plus de pièces possible sur l'extérieur de la carte bancaire (photo 1).



Photo 1: Installation.

Explication - La science en contexte

L'attraction des molécules d'eau stabilise le système jusqu'à ce que le poids des pièces dépasse la tension superficielle.

La tension superficielle de l'eau est un phénomène physique qui se produit à la surface d'un liquide, lui conférant un comportement semblable à celui d'un « film élastique ». Cet effet est dû à l'attraction entre les molécules d'eau (forces de cohésion), plus intenses à l'intérieur du liquide qu'à sa surface. Pourquoi cela se produit-il ?

Les molécules d'eau sont polaires (elles possèdent des charges positives et négatives) et s'attirent mutuellement par des liaisons hydrogène. À l'intérieur du liquide, les molécules sont attirées de manière égale dans toutes les directions. Mais à la surface,

en revanche, les molécules sont attirées uniquement vers le bas et latéralement, créant une tension qui forme une « peau » invisible. Crédits à Paul Nugent <https://youtu.be/GYEEma0HiBo?si=J1E5UfzfIAFsriI7>

Prolongement

Déterminer si la température de l'eau ou l'ajout d'une goutte de détergent à l'eau influence le nombre maximal de pièces pouvant tenir en équilibre sur la carte.

4.3 Pièces de monnaie dans un b cher d'eau

La science

Les forces de tension superficielle maintiennent la surface ensemble même lorsqu'elle se trouve au-dessus du bord du b cher.

Description - Quoi faire

1. Assurez-vous que votre b cher a un bord lisse, sans bec verseur, et que le bord est propre et dégraissé.
2. Remplissez le b cher d'eau propre jusqu'au bord. 6. Prenez ensuite une pièce de monnaie propre et glissez-la par-dessus le bord, dans le verre d'eau.
3. Répétez l'opération avec de plus en plus de pièces. Combien pouvez-vous en mettre dans le verre sans en renverser ?
4. Observez attentivement ce qui se passe à la surface de l'eau à mesure que de plus en plus de pièces sont ajoutées.



Photo 1: Adding the coins one by one.

Explication - Science en contexte

Étonnamment, lors de cette tentative, il a été possible d'ajouter 16 pièces sans renverser une seule goutte d'eau.

Bien sûr, la réponse à la question « Combien de pièces peut-on mettre dans le verre sans en renverser ? » dépend du niveau de remplissage initial, de la forme exacte du verre et de la délicatesse avec laquelle on introduit les pièces dans le b cher... Mais cela pourrait être le point de départ d'un petit défi... ou d'une réflexion sur l'équité de l'expérience !

La tension superficielle de l'eau propre la maintient au-dessus du bord... (essayez ensuite avec une goutte de savon liquide et elle débordera immédiatement).

La tension superficielle maintient l'eau même lorsqu'elle dépasse le bord du verre, permettant ainsi d'ajouter davantage de pièces. Après l'expérience, retirez les pièces et observez le volume supplémentaire gagné.

5 ELECTRO ET MAGNÉTISME

L'électricité et le magnétisme sont indissociables. Lorsqu'un courant électrique traverse un fil conducteur, il crée un champ magnétique autour de celui-ci. De même, le déplacement d'aimants à proximité d'une bobine de fil conducteur peut produire de l'électricité. Cette relation étroite est appelée électromagnétisme, et c'est le principe scientifique qui sous-tend de nombreuses technologies du quotidien, des moteurs électriques et haut-parleurs aux générateurs et appareils d'IRM.

5.1 Matchbox and Coin

La science

Magnétisme

Description - Quoi faire

- Une boîte d'allumettes (de préférence remplie d'allumettes pour plus de discrétion).
- Deux pièces de monnaie magnétiques
- Un petit aimant puissant, par exemple en néodyme.

Préparation

Fixez discrètement un petit aimant sous le compartiment intérieur de la boîte d'allumettes, sous les allumettes (photo 1).

Assurez-vous que l'aimant est suffisamment puissant pour attirer la pièce à travers la boîte. Placez une pièce entre les deux parties de la boîte, sur les allumettes, de manière à ce qu'elle soit invisible lorsque la boîte est à moitié ouverte (photo 2).

Lorsque vous refermez la boîte, la pièce tombe à l'intérieur et reste sur les allumettes. Tenez l'autre pièce aimantée dans votre main, en veillant à ce qu'elle soit visible du public.

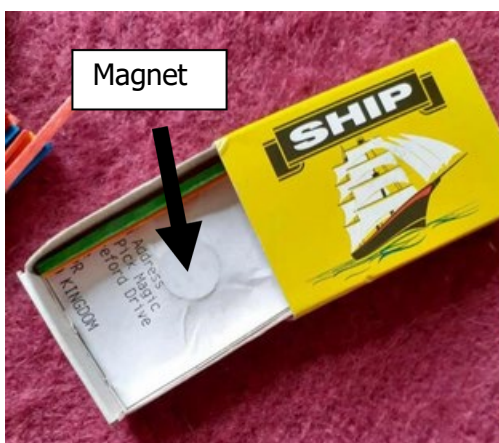


Photo 1 and 2: Installation.

La performance

1. Ouvrez la boîte d'allumettes à moitié pour que la pièce ne soit pas visible.
2. Refermez la boîte d'allumettes et posez-la sur la pièce que vous tenez dans votre main.
3. Soulevez délicatement la boîte d'allumettes. La pièce a disparu !
4. Enfin, ouvrez la boîte d'allumettes : la pièce est apparue comme par magie à l'intérieur !



Photos 3 à 6 : Mise en place étape par étape du tour de magie utilisant des pièces de monnaie, une boîte d'allumettes et un aimant.

Explication - Science en contexte

Ce tour de magie utilise astucieusement le magnétisme, une force fondamentale de la nature, pour créer l'illusion d'une pièce de monnaie qui disparaît et réapparaît. Voici l'explication scientifique : les pièces utilisées sont magnétiques, c'est-à-dire qu'elles peuvent être attirées par un aimant. Les pièces de 1 centime et de 5 centimes d'euro, par exemple, contiennent de l'acier, qui est magnétique. Le petit aimant dissimulé dans la boîte d'allumettes crée un champ magnétique capable d'attirer la pièce dans votre main. Une caractéristique importante du magnétisme est qu'il peut traverser des matériaux non magnétiques, comme le carton de la boîte d'allumettes. Cela permet à la pièce dans votre main d'être attirée par l'aimant à l'intérieur de la boîte d'allumettes sans que le public ne remarque rien d'inhabituel.

5.2 Déplacer de l'argent apparemment « non magnétique » à l'aide d'un aimant

La science

Paramagnétisme, induction électromagnétique, loi de Lenz.

Explication- Quoi faire

Approchez un aimant en néodyme d'une pièce de yen japonaise en aluminium suspendue à un fil fin et observez la très légère attraction (photo 1).

Approchez l'aimant de la pièce suspendue et éloignez-le rapidement, puis rapprochez-le une fois l'aimant immobile. Observez l'attraction et la répulsion (photo 2).

Placez un aimant en néodyme sur une pile de yens et soulevez-la rapidement (photo 3). Notez combien de yens peuvent être retirés (photo 4).

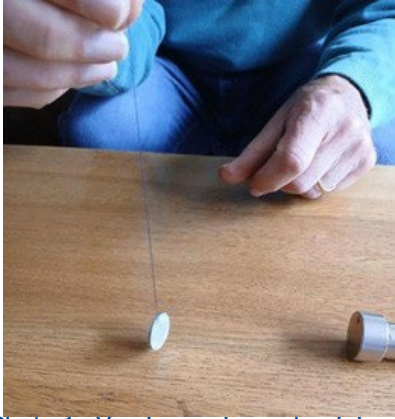


Photo 1 : Yen japonais en aluminium suspendu à un fil fin



Photo 2 : Le yen est légèrement attiré.



Photo 3 : Aimant en néodyme sur une pile de yens.



Photo 4 : Soulevez rapidement l'aimant en néodyme et observez.

Explication - La science en contexte

L'aluminium est une substance paramagnétique, c'est-à-dire qu'il est très faiblement attiré par un aimant puissant. (Le ferromagnétisme est nettement plus fort que le paramagnétisme. Les matériaux ferromagnétiques présentent une forte attraction durable pour les aimants, même après la suppression du champ magnétique externe, tandis que les matériaux paramagnétiques ne présentent qu'une faible attraction temporaire et perdent leur aimantation lorsque le champ magnétique externe disparaît). Lorsqu'un aimant est déplacé près d'un matériau conducteur, des courants électriques sont induits dans ce matériau, s'opposant au mouvement qui les produit. Ainsi, éloigner l'aimant des yens induit des courants qui attirent les yens vers l'aimant. Déplacer l'aimant vers des yens suspendus repousse ces derniers. Lorsqu'un aimant est retiré rapidement d'une pile de yens, les quelques yens du dessus sont attirés et retirés de la pile. Plus l'aimant est déplacé rapidement, plus on peut retirer de yens. Les faibles forces induites suffisent à déplacer les yens, très légers (leur masse est de 1 g). Une belle illustration de la deuxième loi de Newton : $F = ma$.

Solutions de rechange

Si vous n'avez pas accès à des yens, vous pouvez utiliser les languettes en aluminium des canettes ou tout simplement essayer du papier aluminium pour emballage.

5.3 Magnétisme induit

La Science

Magnétisme induit.

Description - Quoi faire

Vous aurez besoin d'au moins un aimant puissant et de quelques pièces magnétiques. Disposez simplement les pièces dans le champ magnétique selon différents motifs évoquant des sculptures (photos 1 à 4). Le magnétisme étant une force à distance, ces « sculptures » peuvent être animées.



Photo 1: Tour de pièces



Photo 2: Pont et pièces



Photo 3: Pièces suspendues



Photo 4: Sculpture de pièces

Prolongements

Pouvez-vous concevoir une méthode pour mesurer l'intensité de la force entre des pièces suspendues ? Diminue-t-elle linéairement avec la distance à l'aimant permanent ? Quel appareil pourriez-vous utiliser ? (Il ne doit pas être magnétique lui-même pour garantir une mesure juste).

Explication – Science en contexte

Placées dans un champ magnétique, certaines pièces s'aimantent et peuvent donc subir les forces d'attraction et de répulsion magnétiques. De nombreuses pièces récentes sont désormais fabriquées en matériau magnétique (comme l'acier) car elles coûtent moins cher que les anciennes combinaisons de métaux. On en trouve des exemples au Royaume-Uni, aux Pays-Bas, en Allemagne, en France et en Italie.

5.4 Plus de mystères magnétiques

La Science

Forces magnétiques, magnétisme induit

Matériel

- Une sélection de pièces de monnaie magnétiques (il existe aujourd'hui plus de 500 pièces magnétiques dans le monde).
- Une règle plate en plastique.
- Un aimant puissant.

Description - Quoi faire

1. Placez la règle entre deux supports improvisés et l'aimant dessus, entre eux.
2. Approchez la pièce de monnaie de la face inférieure de la règle de façon à ce que le champ magnétique la maintienne (photo 1) et que sa face soit clairement visible.

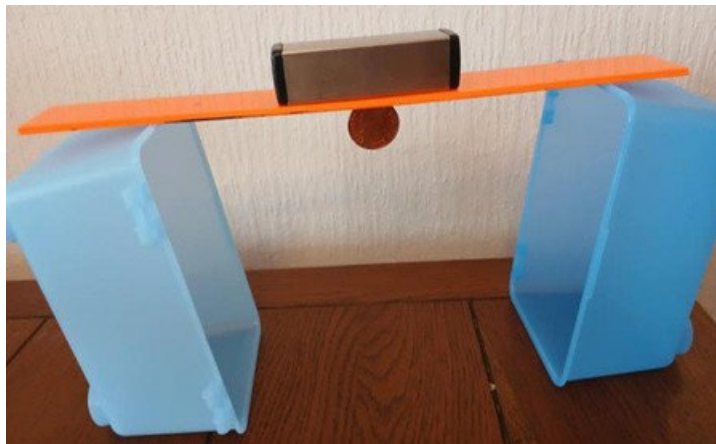


Photo 1: Installation.

3. Faites glisser doucement l'aimant vers la droite le long de la règle.

Que va-t-il arriver à la pièce ? Va-t-elle :

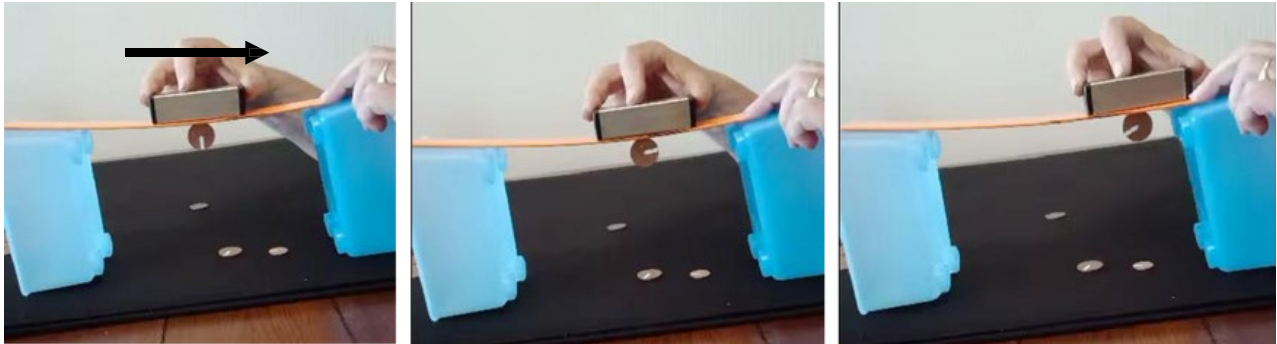
- a) tomber ?
- b) tourner dans le sens horaire ?
- c) tourner dans le sens antihoraire ?
- d) glisser ?

4. Ajoutez une deuxième pièce. Que va-t-il arriver à cette deuxième pièce ? Va-t-elle :

- a) tomber ?
- b) tourner dans le sens horaire ?
- c) tourner dans le sens antihoraire ?
- d) glisser ?

Explication- Science en contexte

La réponse est une rotation dans le sens antihoraire lorsqu'on utilise une pièce de monnaie et que l'aimant est déplacé vers la droite.



Photos 2 à 4 : Le mouvement de la pièce est antihoraire.

La réponse est que la deuxième pièce tourne dans le sens des aiguilles d'une montre et la première dans le sens inverse lorsque l'aimant est glissé vers la droite (photo 5).

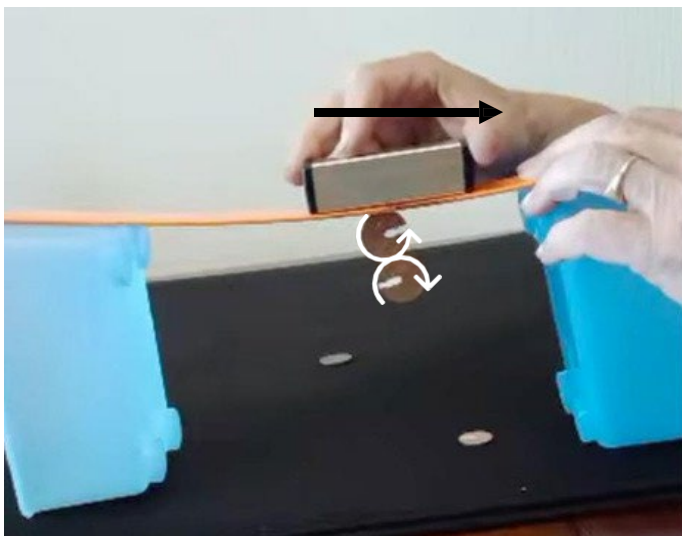


Photo 5 : Ajoutez une deuxième pièce et déplacez l'aimant vers la droite.



Photo 6 : Aimant maintenant des pièces de monnaie, notez les marques blanches.



Photo 7 : Après avoir fait glisser l'aimant vers la droite.

Prolongement

Ajoutez d'autres pièces à la pièce suspendue et observez d'autres mouvements (photo 6).

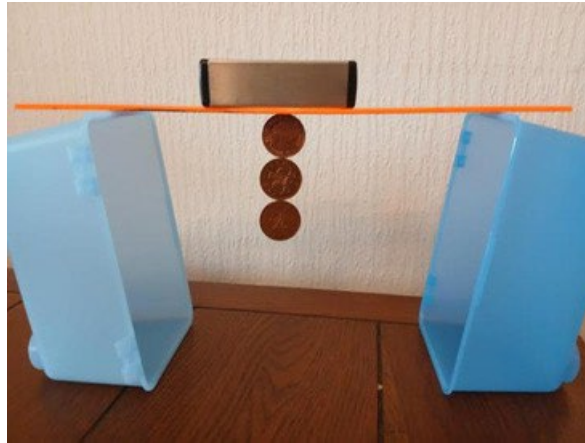


Photo 8 : Quelles pièces tournent dans le même sens ?

Continuez la rotation ! Ajoutez une autre pièce jusqu'à presque atteindre la limite de ce que l'aimant peut retenir. Donnez un coup sec à la dernière pièce pour la faire tourner, démontrant une fois de plus la nature de la force magnétique, c'est-à-dire qu'elle est sans contact (photos 7 à 9).



Photo 9 : 4 pièces maintenues par un aimant

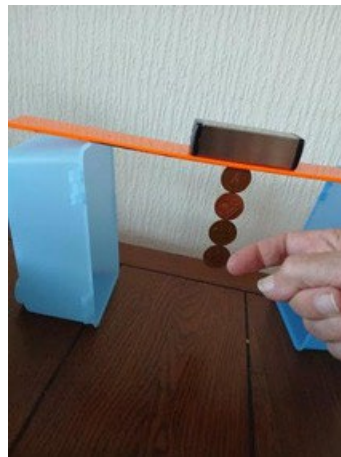


Photo 10 : Pièce du bas qui bouge



Photo 11 : Pièce du bas qui tourne

La pièce du bas tourne facilement car il y a peu de friction entre elle et la 3ème pièce et le magnétisme induit la maintient simplement en place.

5.5 Magnétisme induit II

La science

Magnétisme induit et forces sans contact.

Description - Quoi faire

Matériel nécessaire

- Au moins un aimant puissant.
- Une sélection de pièces magnétiques.

Placez deux pièces verticalement sur l'aimant. Les pièces tiennent en équilibre grâce au magnétisme induit, qui dirige le champ magnétique vers le haut (photo 3).

Essayez maintenant de soulever les pièces verticalement en ne tenant que celle du dessus. Les deux pièces se soulèveront-elles ensemble, ou se sépareront-elles, l'aimant retenant la pièce du dessous ?

Les pièces s'éloignent de l'aimant, mais restent ensemble, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas retenues par l'aimant puissant.



Photo 1 : Le champ magnétique induit maintient les pièces en place



Photo 2 : Un champ magnétique induit maintient les pièces ensemble.

Explication - Science en contexte

Lorsqu'elles sont placées dans un champ magnétique, nos pièces s'aimantent. Le magnétisme étant une force à distance, le champ magnétique s'exerce à travers les matériaux non magnétiques, car l'aimant n'a pas besoin d'être en contact avec l'objet à magnétiser.

Les pièces restent collées car la concentration du champ magnétique est plus forte entre elles qu'entre la pièce et l'aimant, où les lignes de champ sont plus espacées (voir photo 3).

Illustration des lignes de force magnétique traversant deux pièces maintenues ensemble par le magnétisme d'un aimant.

Prolongement

Ces expériences peuvent être réalisées avec plus de deux ou trois pièces et avec des pièces de tailles différentes, si elles sont magnétiques.

Notez cependant qu'une petite pièce non magnétique peut être utilisée, car le magnétisme d'une pièce aimantée peut être transmis à une pièce située en dessous, s'il n'est pas trop fort ; le magnétisme agit à distance!

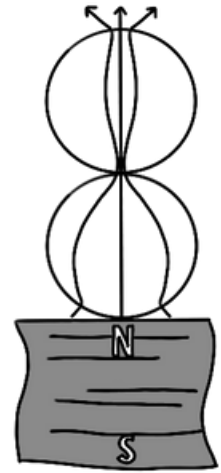


Photo 3: Lignes de force magnétique

5.6 Yen et Neo aimant

La science

Density, matter.

Description - Quoi faire

1. Déposez la pièce de yen sur une assiette remplie d'eau.
2. Approchez l'aimant en néodyme de l'eau, près de la pièce de yen.
3. Maintenez d'abord l'aimant immobile à côté de la pièce de yen, puis déplacez-le.



Photo 1 : Tenir un aimant à côté du yen flottant.

Explication- Science en contexte

Il y a trois choses à observer...



Photo 2: Aimant rapprochée du Yen.

Prolongement

Voici une pièce de yen en aluminium qui « flotte » sur l'eau... ou plutôt, qui est maintenue à la surface par la tension superficielle. Que se passera-t-il si vous ajoutez une goutte de savon ?

1. Lorsqu'on approche l'aimant de la pièce, c'est l'eau qui est repoussée en premier, créant un creux à la surface, dans lequel le yen flotte. Ceci est dû au fait que l'eau est faiblement diamagnétique, c'est-à-dire qu'elle est repoussée par un champ magnétique intense.
2. L'aluminium, quant à lui, est faiblement paramagnétique, ce qui signifie que le yen est faiblement attiré par le champ magnétique intense et se déplace donc lentement vers l'aimant.
3. Induction : Le déplacement de l'aimant près de la pièce induit des courants électriques dans celle-ci. Ces courants s'opposent au mouvement qui les produit (loi de Lenz). Ainsi, éloigner l'aimant attire la pièce, tandis que le rapprocher la repousse.

6 MATHÉMATIQUES

6.1 Pile ou Face

La science

Centre de masse et de probabilité.

Description - Quoi faire

Disposez les 50 pièces de un cent américain (assez récentes si possible) en équilibre sur leur tranche sur une table horizontale plane (photo 1).



Photo 1 : 50 pièces de 1 cent américain (relativement récentes).



Photo 2 : Pièces tombées après la frappe de la table.

Frappez la table d'un coup sec pour faire tomber toutes les pièces (photo 2).
Comptez ensuite le nombre de faces et le nombre de piles (photo 3).



Photo 3 : Montrant le nombre de piles et de faces.

Sur 50 pièces utilisées dans cette expérience, seules trois sont tombées sur pile... un résultat typique.
(REMARQUE : Les résultats sont sensiblement différents si la table n'est pas de niveau ou si l'on utilise des pièces anciennes et usées.)

Prolongement

Cette théorie peut être vérifiée à l'aide d'une tirelire, c'est-à-dire une simple boîte à monnaie pour enfant, ce qui permet d'obtenir des résultats équitables. Une pièce est insérée par le trou du couvercle et tourne rapidement sur le socle à l'intérieur de la boîte, puis finit par s'arrêter et tomber sur le côté. On constate que la majorité des pièces de 1 centime d'euro tombent sur le côté pile !

Explication – Science en contexte

Nous savons tous que les pièces ont deux faces – pile et face – et que la probabilité qu'une pièce lancée tombe sur une face particulière (pile, par exemple) est de 50 %. Mais si cette hypothèse est largement répandue et utilisée dans des situations aussi diverses que les coups d'envoi de matchs de football ou les problèmes de probabilités en mathématiques, est-elle vraiment vraie en pratique ?

Les nouvelles pièces de 1 centime d'euro sont frappées avec leur centre de gravité légèrement plus proche du côté pile, ce qui explique que ce côté soit plus susceptible de tomber sur le côté face. Voir la section « Pile ou Face » dans Science in School, été 2019.

<https://www.scienceinschool.org/article/2019/fantastic-feats-magic-money/>



Photo 4 : Pousser la pièce dans la boîte pour qu'elle tourne.

Là encore, cela montre que les pièces ont une préférence pour tomber sur face, en raison de la répartition des masses. Lancer une pièce en l'air lors d'un match de football donne un résultat plus aléatoire, car d'autres facteurs sont plus importants que ce léger déséquilibre.

6.2 Expérience de roulement de pièces

La science

La géométrie nous apprend que la circonférence d'un cercle est directement liée à son rayon : $C = 2\pi r$

Lorsqu'un cercle roule autour d'un autre, nous pouvons explorer cette relation d'une manière surprenante.

Quoi faire ?

Combien de tours une pièce en contact avec une autre effectuera-t-elle pour faire le tour de la première ? Une question à méditer lorsque vous avez vos pièces sous la main.

Si deux pièces sont de même taille, l'intuition pourrait suggérer que la pièce en mouvement effectue un tour complet en faisant le tour de la pièce immobile.



Photo 1: Deux pièces similaires.



Photos 2-4 : Deuxième pièce se déplaçant en premier.

1. Posez une pièce à plat sur la table.
2. Prenez une autre pièce identique et placez sa tranche contre la première.
3. Faites rouler lentement la seconde pièce autour de la première, en maintenant leurs tranches en contact.
4. Remarquez sur la deuxième photo qu'après un quart de tour, la pièce en rotation a effectué un demi-tour. (Photos 1 et 2)
5. Comptez le nombre de tours complets effectués par la pièce avant qu'elle ne revienne à son point de départ.

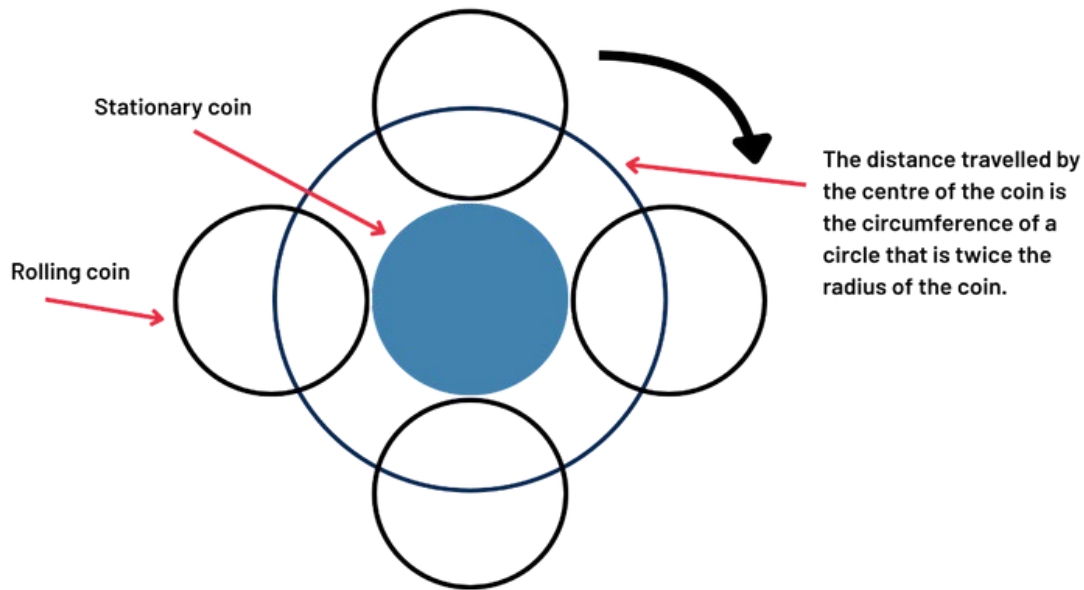
Explication : Science en contexte

À première vue, on pourrait penser que la pièce en mouvement ne fera qu'une seule rotation, car la distance parcourue autour de l'autre pièce correspond à une circonférence. Mais il y a un élément supplémentaire !

- Lorsque la pièce roule, elle effectue une rotation complète en raison de la distance parcourue (égale à une circonférence). Mais elle effectue également une seconde rotation en décrivant une courbe autour de la pièce immobile.
- Au total, la pièce effectue deux rotations complètes.

Mais la circonférence de la pièce qui roule est de $2\pi r$. Donc, si elle roulait en ligne droite sur une surface, pour parcourir une distance de $4\pi r$, elle effectuerait :

$$\text{Nombre de rotations} = \frac{\text{Distance voyagee}}{\text{Circonférence de la pièce}} = \frac{4\pi r}{2\pi r} = 2 \text{ rotations.}$$



6.3 Masse et volume – Calcul de la densité

La science

Les graphiques permettent de synthétiser les résultats, de prédire les valeurs futures (extrapolation) et de comprendre rapidement et efficacement des relations mathématiques complexes, ce qui en fait des outils essentiels tant dans le travail théorique qu'expérimental.

Quoi faire ?

1. Mesure de la masse : Utilisez une balance numérique pour mesurer la masse de 10 pièces.
2. Mesure du volume – Méthode A (Géométrie) : Considérez la pièce comme un cylindre et calculez son volume avec la formule : $V = \pi r^2 h$ où r est le rayon et h l'épaisseur.
3. Mesure du volume – Méthode B (Déplacement d'eau) : Remplissez une éprouvette graduée d'eau et notez le volume. Plongez délicatement les pièces dans l'eau et mesurez le nouveau volume. La différence correspond au volume des pièces.
4. Tracez le graphique des valeurs de la masse (axe des ordonnées) en fonction du volume (axe des abscisses) pour plusieurs pièces.
5. Tracez la droite de régression et déterminez sa pente.

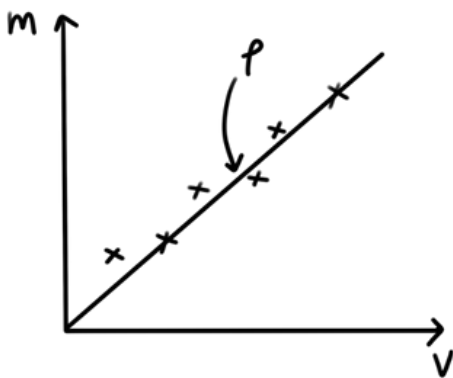
Explication : Science en contexte

La masse d'un objet est directement proportionnelle à son volume lorsqu'il est constitué d'un matériau homogène. Le coefficient de proportionnalité est la masse volumique (ρ).

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Si vous tracez un graphique de la masse (m) en fonction du volume (V), la pente de cette droite correspond à la masse volumique du matériau. La droite obtenue illustre la proportionnalité entre la masse et le volume. La pente de la droite est égale à la masse volumique.

$$\text{pente } \frac{\Delta m}{\Delta V} = \rho$$



En comparant la densité expérimentale avec des valeurs connues (par exemple, cuivre $\approx 8,96 \text{ g/cm}^3$, aluminium $\approx 2,70 \text{ g/cm}^3$, acier $\approx 7,85 \text{ g/cm}^3$), vous pouvez estimer les matériaux ou alliages qui composent les pièces.

7 GÉNÉRAL

Dans ce chapitre, nous présentons plusieurs expériences qui ne correspondaient pas aux catégories que nous avons présentées précédemment, mais qu'il était impossible d'omettre.

7.1 Équilibrer un billet de banque

La science

Centre de masse. (Notez que nous pourrions qualifier cela de « magie » ou peut-être d'illusion !)

Description - Quoi faire :

Prenez une feuille de papier facile à plier et pliez-la en trois dans le sens de la longueur. À l'insu du public, glissez une pièce de monnaie dans la feuille cachée à l'extrémité que vous tenez dans votre main. Maintenez cette extrémité en équilibre sur votre doigt, l'autre extrémité restant libre (photos 1 à 4).



Photos 1 à 4 : Instructions étape par étape.

Prolongement

Avec quelques pièces de monnaie, comment créer des objets en équilibre de façon originale ? Utilisez deux pièces fixées sur des bras pour abaisser le centre de gravité sous un pivot sur une petite maquette (photo 5). La maquette peut ensuite être placée en équilibre sur une tour ou ailleurs (photo 6).

Explication- Science en contexte

Comme illustré, le billet semble tenir en équilibre loin de son centre de gravité, mais la pièce cachée est invisible. Cette pièce déplace le centre de gravité au-dessus du doigt.



Photo 5 : Équilibrer le papillon.



Photo 6 : Montrant les pièces qui abaissent le centre de gravité.



Photo 7 : On peut remplacer les pièces de monnaie par des trombones.

Plusieurs jouets de bureau utilisent le même principe : le centre de gravité est situé sous le point de pivot.



Photo 8 : Jouets de bureau.

7.2 Note et trombones

La science

Topologie ; Réactions chimiques et catalyseur.

Description - Quoi faire ?

Ce tour permet de démontrer comment un catalyseur agit comme une surface sur laquelle les réactifs se rencontrent pour former un produit. Inspiré d'un vieux tour de magie, ce tour est une idée de Paul Nugent de @SonS_Ireland. La fin réserve une belle surprise aux élèves ! Tutoriel : https://youtu.be/3m8Je_jpfOY

Deux trombones sont présentés. Ils représentent deux molécules de réactifs différentes. Si les molécules (trombones) ont la bonne orientation et l'énergie nécessaire (supérieure à l'énergie d'activation) pour entrer en collision, elles se lient par une liaison chimique. L'artiste relie les trombones.

Les trombones sont ensuite séparés et placés sur une feuille de papier pliée qui représente un catalyseur. Un catalyseur accélère une réaction, fournit une surface aux réactifs et diminue l'énergie nécessaire à sa réalisation.

On tire sur la feuille de papier, les trombones (qui étaient séparés) se détachent et sont maintenant liés, prouvant ainsi que le catalyseur a fonctionné !

1. Prenez un billet de banque (souvent lisse et plus facile à manipuler) et pliez-le en forme de S (photo 1).
2. Placez le recto du billet avec le premier pli du S.
Placez le deuxième trombone sur le billet comme indiqué sur l'image ci-dessous, en reliant le deuxième pli du S au verso du billet (photo 2).
3. Le moment magique arrive ! En tenant les extrémités du billet entre vos index et vos pouces (voir l'image ci-dessous), tirez sur les extrémités dans des directions opposées pour déplier le billet.



Photo 1: Étape 1



Photo 2: Étape 2

Il convient de saluer l'Irlandais Paul Nugent, qui a interprété cette performance lors d'un webinaire Science on Stage en 2021.

7.3 Bille et pièce de monnaie

La science

Balance et tournant

Description - Quoi faire ?

Il vous faut une pièce de monnaie légère (0,10 ou 1 yen) dont le rayon est légèrement supérieur à l'ouverture de la bouteille, une bille qui s'insère parfaitement dans le goulot, ainsi que du papier et une feuille de plastique souple et transparente pour fabriquer deux tubes qui s'adaptent au goulot (photo 1). Placez la pièce de monnaie horizontalement sur l'ouverture (photo 2).



Photo 1 : Le matériel nécessaire



Photo 2 : Pièce de monnaie sur le bouchon de la bouteille

Placez un tube en papier sur l'ouverture de la bouteille pour que la pièce ne soit pas visible. Prêt à laisser tomber la bille. Photos 3 et 4.



Photo 3 : Prêt à laisser tomber la bille.

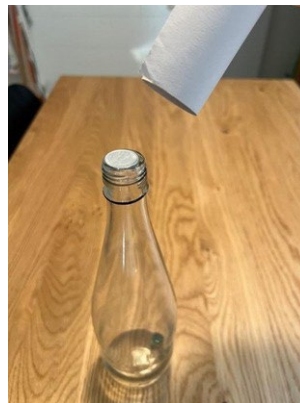


Photo 4 : Après la chute de la bille, la pièce est toujours en place.

Ensuite, prenez la bille et laissez-la tomber dans le tube, dans l'emplacement prévu pour la pièce de monnaie sur l'ouverture de la bouteille.

La bille apparaît mystérieusement au fond de la bouteille, la pièce de monnaie restant apparemment intacte (photo 4). L'expérience peut être répétée à l'aide d'un tube transparent afin d'observer le phénomène (photos 5 et 6).



Photo 5 : Avec un tube transparent



Photo 6 : « Regardez attentivement ! »

Si vous regardez attentivement, vous pouvez voir que généralement la pièce elle-même se retourne « mystérieusement » (photos 7 et 8).



Photo 7: Au début



Photo 8: À la fin

Visionnez la video au ralenti: <https://youtube.com/shorts/7MJ2n59fBP4>

Explication- Science en contexte

Lorsque la bille heurte la pièce, celle-ci rebondit vers le haut, pivotant sur le bord du goulot de la bouteille. Selon la hauteur de chute, la pièce retombe sur la bouteille (retenue par le tube) après avoir effectué un tour complet ou un demi-tour (photos 7 et 8).

Une explication complète est disponible ici : <https://www.youtube.com/shorts/kuBGgE-fHNw>

Prolongement

Les élèves peuvent étudier les facteurs qui influencent le virage : la masse de la bille, la hauteur de chute, la masse de la pièce.

7.4 La pièce et le cure-dent plié

La science

Capillaire

Description -Quoi faire ?

Placez une pièce de monnaie sur un cure-dent en bois plié en deux et en équilibre au-dessus du goulot d'une bouteille. La pièce repose juste au-dessus de l'ouverture (photo 1).

Le Défi :

Pouvez-vous faire tomber la pièce dans la bouteille sans toucher le cure-dent, ni la pièce ?

Indice :

Une petite goutte peut faire toute la différence.

Explication :

Le bois est poreux et absorbe l'eau. Lorsqu'on dépose une goutte d'eau sur la partie pliée du cure-dent, les fibres commencent à gonfler.



Photo 1: Installation.

À mesure que le bois absorbe l'eau, la courbure se redresse lentement. Comme la pièce repose sur le cure-dent plié, ce mouvement provoque le redressement du cure-dent, ce qui déséquilibre la pièce et la fait tomber dans la bouteille.

Contribution: Nuria Molina (ScienceonStage Spain)

7.5 Génie dans la bouteille

La science

Développement de la loi de la pression des gaz.

Description - Quoi faire ?

1. Placez une pièce de monnaie dans le goulot d'une bouteille vide. (Pour faciliter l'opération, humidifiez la pièce au préalable afin qu'elle adhère mieux au verre).
2. Tenez la bouteille entre vos mains chaudes et frottez-la. Au bout d'un moment, la pièce commencera à rebondir légèrement.



Photos 1 to 3: Installation.

Explication - Science en contexte

Les mains réchauffent la bouteille, ce qui réchauffe l'air à l'intérieur. Comme l'air se dilate davantage que le verre, à température égale, il s'échappe de la bouteille. Cette pression d'air fait sauter la pièce.

Prolongement

Pour vérifier comment le chauffage d'un gaz met en évidence sa dilatation, il est possible de le démontrer par l'expérience suivante :

1. Placez un ballon sur le goulot d'une bouteille.
2. Plongez la base de la bouteille dans de l'eau chaude pendant quelques secondes : le ballon commencera à se gonfler.
3. Retirez la bouteille et plongez-la dans de l'eau froide : le ballon se dégonflera.

Le ballon se gonfle lorsque l'air se réchauffe et se dilate ; il se dégonfle en refroidissant. La chaleur accélère le mouvement des molécules d'air et augmente leur volume.

Sécurité : Manipulez l'eau chaude avec précaution.



Photo 1 : Bouteille tout juste sortie du réfrigérateur.



Photo 2 : Bouteille après avoir été frottée vigoureusement avec les mains.

Plus la bouteille est grande, meilleur est l'effet.

7.6 La pièce qui disparaît ?

La science

Réfraction de la lumière

Description - Quoi faire ?

1. Placez une pièce sur une table.
2. Placez un verre transparent sur la pièce.
3. En regardant de côté, vous pouvez voir la pièce.
4. Remplissez le verre d'eau jusqu'à presque le remplir.
5. Regardez à nouveau de côté : voyez-vous toujours la pièce ? Elle semble avoir disparu !
6. Regardez maintenant droit devant vous à travers l'eau. Voyez-vous la pièce ? Oui, elle est là !



Photos 1 to 4: Installation

Explication -

Le principe scientifique de cette illusion est la réfraction de la lumière. Les images que nous voyons sont toutes des rayons lumineux qui atteignent nos yeux. Lorsque ces rayons traversent un même milieu homogène, ils ne subissent pas de réfraction. C'est pourquoi, au départ, il est encore possible de voir la pièce à travers la paroi du verre vide : la lumière ne traverse alors qu'un seul milieu, l'air. Lorsqu'on verse de l'eau dans le verre, la lumière subit une réfraction, c'est-à-dire qu'elle change de direction en passant à travers deux milieux différents : l'eau et l'air. Après avoir traversé l'eau et la paroi du verre, aucun rayon n'atteint nos yeux. Ainsi, lorsque les rayons lumineux traversent le verre, ils sont réfractés et ne peuvent pas atteindre nos yeux.

7.7 Le défi des trois pièces

La science

Collisions, inertie, pendule de Newton

Description - Quoi faire ?

Trois pièces sont disposées en ligne sur une table, comme illustré ci-dessus. Le défi consiste à placer la pièce de 20 centimes entre les pièces de 10 centimes et de 1 euro sans toucher la pièce de 10 centimes ni déplacer celle de 1 Euro. Vous pouvez déplacer la pièce de 20 centimes.

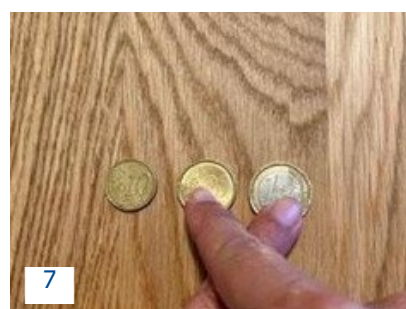
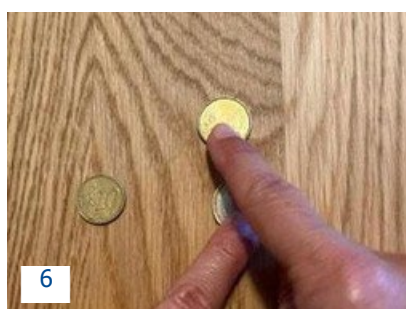
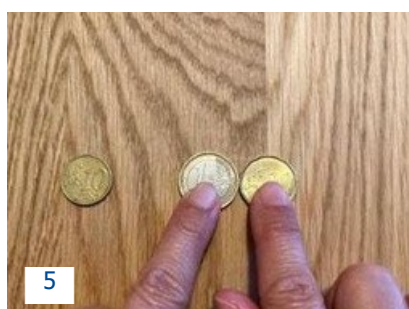
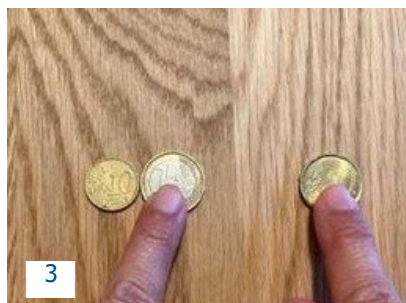
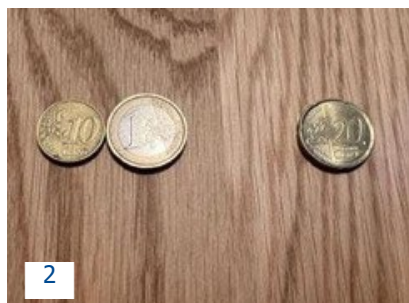
Indice : Pensez au pendule de Newton.

Explication : Science en contexte.

Solution : Placez votre index gauche sur la pièce de 1 euro et tapotez la pièce de 20 centimes contre celle de 1 euro avec votre index droit. La pièce de 10 centimes sera alors retirée de la pièce de 1 euro. Comme vous pouvez déplacer la pièce de 20 centimes, vous avez maintenant la place nécessaire pour la placer entre les pièces de 10 et 20 centimes.



Photo 1: L'organisation



Photos 2 to 7: Séquences et mouvements.

7.8 Propriétés des pièces de monnaie britanniques (10 pence, 5 pence, 2 pence et 1 pence) et des billets (billet de 1 dollar américain).

La science

Densité, masse et volume

Description - Quoi faire ?

Activité 1 Rassemblez un ensemble d'une dizaine de pièces (photo 1). Chaque pile est composée des mêmes pièces.

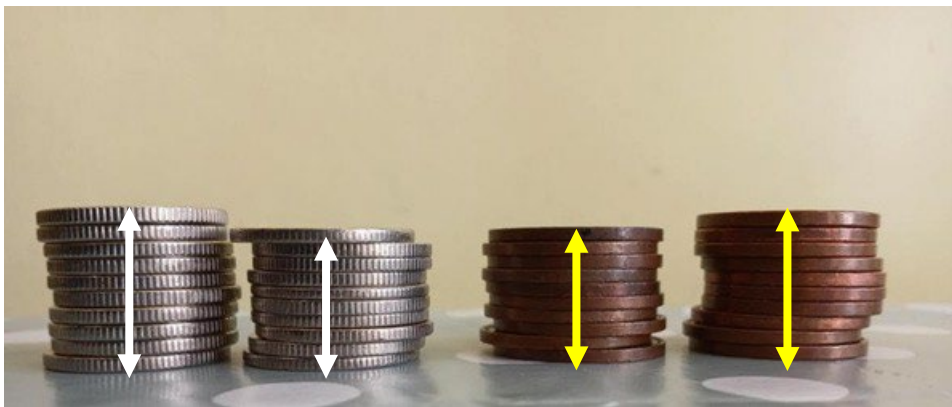


Photo 1 : Chaque pile contient 10 pièces, bien que la hauteur totale de chaque pile semble différente.

Activité 2

Peut-on détecter du magnétisme dans ces pièces ou billets ?



Photo 2 : Un aimant très puissant placé à côté d'un billet d'un dollar l'attirera.

Explication-Science en contexte

Activité 1 : La composition des pièces britanniques de 2 et 1 pence a été modifiée en 1992, et celle des pièces de 5 et 10 pence en 2012.

Avant septembre 1992, les pièces de 1 et 2 pence étaient en bronze (97 % de cuivre, 2,5 % de zinc). Après 1992, ces pièces étaient/sont en acier cuivré. En 2012, les pièces de 10 et 5 pence sont devenues en acier nickelé, alors qu'elles étaient initialement frappées en cupro-nickel CuNi (75 % de Cu, 25 % de Ni). Le changement de densité explique que les nouvelles pièces soient légèrement plus épaisses que les originales, ce qui explique les différences de hauteur entre les piles de pièces. Le passage à l'acier nickelé a été motivé par la hausse des prix des métaux.

Activité 2 :

Une partie de l'encre noire utilisée sur les anciens billets d'un dollar est magnétique. Ceci afin de lutter contre la contrefaçon.

Voir <https://youtu.be/juuN9VbvrPE>

Prolongement

Comparez les propriétés magnétiques des pièces ci-dessus. Les pièces les plus récentes ont une base en acier et sont donc attirées par un aimant.

Recherchez quelles pièces du monde entier sont magnétiques et lesquelles ne le sont pas. Qu'est-ce qui a changé sur certaines pièces ces dernières années ?

7.9 Détection d'un billet de banque authentique grâce à la lumière UV : un défi

La science

Fluorescence. La fluorescence est un phénomène optique dans lequel certaines substances absorbent la lumière à haute énergie, comme les UV, et émettent de la lumière visible ; elle est utilisée pour la sécurité des billets de banque.

⚠ Consignes de sécurité concernant la lumière UV

Lors de l'utilisation de la lumière ultraviolette (UV) en classe, seules les lampes spécifiquement conçues pour un usage éducatif et sécuritaire doivent être utilisées.

Évitez toute exposition directe des yeux ou de la peau et n'utilisez jamais de sources UV de haute intensité.

La lampe UV doit toujours être manipulée par l'enseignant ou un adulte responsable, afin de garantir que les élèves observent les effets en toute sécurité, sans risque de blessure.

Description - Quoi faire ?

1. Prenez un billet authentique et un billet suspecté d'être faux (un billet de Monopoly ou similaire).
2. Éteignez la lumière ou rendez-vous dans une pièce sombre.
3. Éclairez les deux billets avec une lampe UV (ultraviolette).
4. Observez les zones des billets qui deviennent fluorescentes ou lumineuses sous la lumière UV.

Qu'est-ce qui se produit ?

- Le billet authentique présente des éléments de sécurité fluorescents brillants, tels que des bandes, des fibres ou des symboles lumineux.
- Le faux billet, quant à lui, ne présente aucune fluorescence ou des motifs lumineux très ternes et irréguliers.



Explication- Science en contexte

Les billets authentiques contiennent des encres spéciales réactives aux UV et des fils de sécurité qui deviennent fluorescents sous la lumière ultraviolette. Ces encres sont invisibles à la lumière normale, mais brillent sous la lumière UV, ce qui permet de distinguer facilement les vrais billets des contrefaçons. Les faux billets sont généralement dépourvus de ces encres ou présentent des imitations de mauvaise qualité qui ne fluorescent pas correctement.

Prolongement

- Recherchez comment différents pays conçoivent leurs motifs de sécurité UV sur les billets de banque.
- Examinez d'autres éléments de sécurité tels que les filigranes, les micro-impressions ou les hologrammes.

7.10 Retourner un billet de banque

La science

Symétrie et pliage, topologie.

Description - Quoi faire ?

Matériel nécessaire : Un billet (en papier), de préférence avec une règle gravée sur un côté.

Expérience

- Montrez le billet au public.
- Pliez le billet en deux dans le sens de la longueur.
- Repliez ce billet plié en deux en son centre.



Étape 1



Étape 2: Plier le billet



1. Répétez le pli central en deux avec le billet de la taille d'un quart.
2. Répétez encore (les deux derniers plis se trouvent sur la troisième photo ci-dessus).
3. Dépliez maintenant le billet... waouh, le visage est à l'envers... peut-être ?!



Étape 3 : Déplier le billet.



Étape 4. WOW!!!

Explication- Science en contexte

Le pliage peut facilement retourner le billet, mais comment cette fois-ci ?

Observez la position des coins d'origine du billet et voyez par vous-même.

Où se produit exactement le retournement ?

La série de photos illustrant le pliage contient suffisamment d'indices.

7.11 Pièce sauteuse – La puissance de l'air

La science

Ce document explique comment la pression de l'air varie en fonction de la vitesse et comment cet effet peut être utilisé pour déplacer des objets, à l'instar des avions qui prennent de la portance. Voir la section « Pièce qui saute » :

<https://www.scienceinschool.org/article/2019/fantastic-feats-magic-money/>

Description - Quoi faire ?

Matériel nécessaire:

- Une petite pièce de monnaie légère (les pièces en aluminium comme les yens japonais conviennent parfaitement)
- D'autres petites pièces (facultatif)
- Une petite boîte d'allumettes
- Une tasse ou un mug (de préférence à bords inclinés)
- Une surface plane comme une table

Étapes

1. Disposez la pièce, la boîte d'allumettes et la tasse comme indiqué sur la photo 1.
2. Placez-vous comme indiqué sur la photo 1, de façon à ce que votre souffle passe directement au-dessus de la pièce.
3. Soufflez rapidement et avec force : la pièce devrait « sauter » dans la tasse (photo 2).



Photo 1 : La mise en place du tour de la pièce



Photo 2 : La pièce est soulevée dans la tasse par la réduction de la pression de l'air au-dessus d'elle.

Explication- Science en contexte

D'après le principe de Bernoulli, lorsque la vitesse d'un fluide (comme l'air) augmente, sa pression diminue. Si vous soufflez rapidement sur la pièce, la pression de l'air au-dessus d'elle chute.

La pression plus élevée sous la pièce la pousse vers le haut, la faisant sauter.

C'est le même principe qui explique la portance des ailes d'un avion : l'air se déplace plus vite sur le dessus incurvé de l'aile, créant une pression plus basse et soulevant l'avion.

Prolongement

Essayez ces activités supplémentaires:

- Comparaison de pièces : Essayez l'expérience avec différentes pièces et mesurez la distance ou la hauteur du saut de chacune.
- Bernoulli dans la vie réelle : Recherchez ou démontrez d'autres applications du principe de Bernoulli, comme le fonctionnement d'un aspirateur ou la diffusion d'un parfum.

7.12 Diffraction sur un billet de banque canadien

La science

La lumière se comporte comme une onde. Lorsqu'elle traverse des structures très fines et régulièrement espacées — telles que les microstructures de la fenêtre de sécurité transparente d'un billet de banque canadien —, la lumière est diffractée et se propage. Ceci crée une figure d'interférence. Un laser émet une lumière monochromatique, ce qui fait apparaître les faisceaux diffractés comme une série de points lumineux.

Supervision d'un adulte requise !

Note concernant l'utilisation du laser

Le laser présenté sur les photos 1 et 2 a été utilisé à des fins de démonstration uniquement et manipulé par un adulte dans des conditions contrôlées.

Pour cette activité, choisissez toujours le laser le plus sûr. Évitez de diriger le faisceau vers les yeux ou les surfaces réfléchissantes et assurez-vous de toujours le manipuler de manière responsable.

Le laser ne doit être utilisé que par l'enseignant ou un adulte responsable possédant les connaissances appropriées sur le sujet.

Quoi faire

1. Repérez la fenêtre transparente sur un billet de banque canadien.
2. Installez un pointeur laser et dirigez-le soigneusement à travers la partie microstructurée du billet (photo 1).

Observez le motif de points brillants qui apparaît sur le mur (photo 2).



Photo 1: Installation.

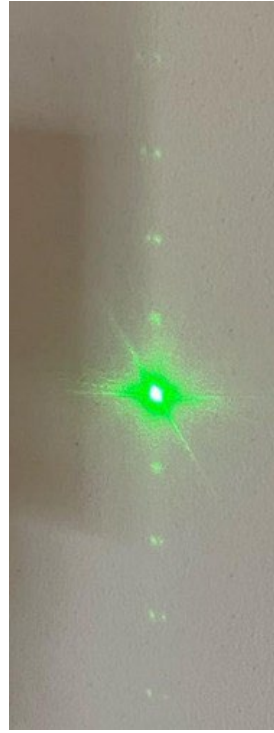


Photo 2: Diffraction

Explication- Science en contexte

Les microstructures de la note agissent comme un réseau de diffraction.

- Lorsque le faisceau laser traverse un faisceau, les ondes se propagent et interfèrent entre elles.
- Sous certains angles, les ondes s'additionnent (interférence constructive), produisant des points lumineux.
- Sous d'autres angles, elles s'annulent (interférence destructive), laissant apparaître des zones sombres.

Le résultat est une série de points lumineux projetés sur le mur.

NOTES

L'ARGENT COMPTE

EXPÉRIENCES SCIENTIFIQUES SIMPLES



David Featonby, Rute Oliveira