

VALISES PHYSIQUES À LA MAISON SUITCASES : PHYSICS AT HOME

Contact : CERN - Offres éducatives locales education.locale@cern.ch

Valise 1 / Suitcase 1 :



Valise 2 / Suitcase 2 :



En plus :

- 2 tubes (environ 1,20 m, diamètre 3 cm) - plexiglas, cuivre
- 1 boule de plasma et tube fluorescent
- 1 pompe à vide et cloche à vide

Additionally:

- 2 tubes (approximately 1.20 m, diameter 3 cm) - plexiglass, copper
- 1 plasma ball and fluorescent tube
- 1 vacuum pump and vacuum bell

CONTENTS

1 Lignes de champ magnétique	3
1 Magnetic field lines.....	4
2 Aimant et tube de cuivre	5
2 Magnet and copper tube	6
3 Train magnétique	7
3 Magnetic train.....	8
4 Batterie à mains nues	9
4 Bare hand battery.....	10
5 Boule plasma.....	11
5 Plasma ball.....	12
6 Cloche à vide.....	13
6 Vacuum chamber	14
7 Cœur Gyroscopique	15
7 Gyroscopic heart	16

1 LIGNES DE CHAMP MAGNÉTIQUE

→ Expérience permettant de visualiser les lignes d'un champ magnétique

Matériel (valise 1) :

- Démonstrateur de lignes de champ magnétique (feuille en plastique avec de nombreuses boussoles)
- Plusieurs aimants à étudier
- Facultatif : boussoles



Que faire :

- Place different types of magnets on top of the suspended iron filings and observe the field line patterns.

Explication :

Le fer, le nickel et le cobalt font partie des métaux possédant des propriétés magnétiques. Un aimant comporte toujours deux côtés, que l'on appelle pôle nord et pôle sud. Les deux pôles opposés s'attirent.

Les forces magnétiques sont invisibles pour l'œil humain, et nous ne pouvons pas non plus les sentir ou les entendre. La zone autour d'un aimant dans laquelle agissent les forces magnétiques, c'est-à-dire là où l'aimant attire ou repousse d'autres objets aimantés, est appelée champ magnétique.

En plaçant un aimant sur la limaille de fer, on observe comment elle se répartit selon le champ magnétique de l'aimant. Sous l'action du champ magnétique, la limaille de fer se comporte comme un ensemble de petites aiguilles aimantées. La disposition de la limaille de fer autour de l'aimant met en évidence le spectre magnétique : on observe que la limaille s'est répartie selon des lignes courbes autour de l'aimant.

Lien avec le CERN

Cela permet d'expliquer que quelque chose d'invisible, comme le champ magnétique, peut être visualisé par des moyens indirects, tout comme les détecteurs de particules au CERN. Cela établit également un lien avec l'utilisation des champs magnétiques dans les accélérateurs de particules.

1 MAGNETIC FIELD LINES

→ Visualize magnetic field lines

Materials (suitcase 1):

- Magnetic field line demonstrator (plastic sheet with many compass needles)
- Different magnets to explore
- Optional: compasses



What to do:

- Place different types of magnets on top of the suspended iron filings and observe the field line patterns.

Explanation:

Iron, nickel and cobalt are metals with magnetic properties. A magnet always has two sides, which we call North Pole and South Pole. The two opposite poles attract each other.

Magnetic forces are invisible to the human eye, and we cannot feel or hear them either. The area around a magnet in which the magnetic forces act, meaning where the magnet attracts or repels other magnetized objects, is called the magnetic field.

By placing a magnet on the iron filings, one observes how it is distributed according to the magnetic field of the magnet. Under the action of the magnetic field, the iron filings behave like a set of small magnetic needles. The arrangement of the iron filings around the magnet highlights the magnetic spectrum: we observe that the filings are distributed along curved lines around the magnet.

Link to CERN:

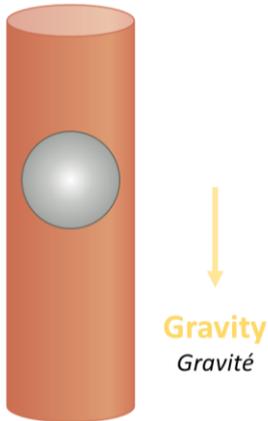
This explains how something invisible, like the magnetic field, can be visualized through indirect means, much like particle detectors at CERN. It also establishes a connection with the use of magnetic fields in particle accelerators.

2 AIMANT ET TUBE DE CUIVRE

→ Une bille (aimantée) chute-t-elle plus vite dans un tube en cuivre ou dans un tube de plexiglass ?

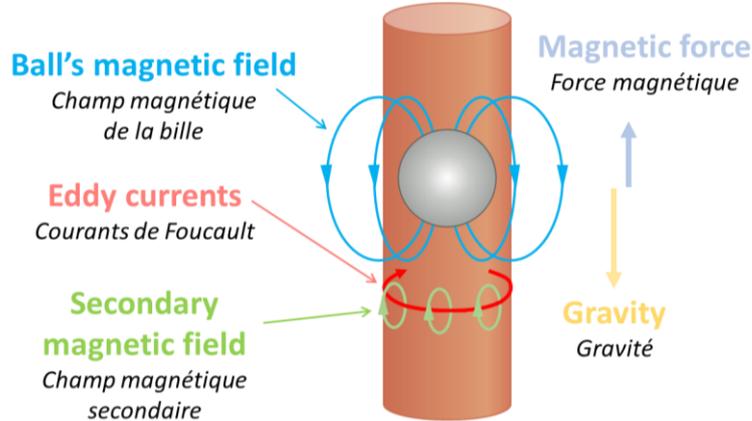
Non-magnetic ball

Bille non-magnétique



Magnetic ball

Bille magnétique



Matériel :

- 1 aimant fort sphérique (valise 1). **Attention, c'est un aimant très puissant ! Garde-le toujours sous surveillance, faites attention à ce qu'il ne se colle brusquement.**
- 1 bille en acier (valise 1)
- 1 tube de cuivre, 1 tube de plexiglass

Que faire :

1. Demandez au public de faire une prédiction.
2. Prenez la bille d'acier, montrez qu'elle n'est attirée par aucun des tubes.
3. Laissez-la tomber à travers le tube en plexiglas, puis à travers le tube en cuivre.
4. Répétez ces 2 étapes avec la sphère magnétique.
5. Observez la différence.

Observation : La bille d'acier tombe à travers les tubes de cuivre et de plexiglas sans différence notable. Une sphère magnétique tombe beaucoup plus lentement à travers le tube de cuivre.

Explication :

Quand on lance l'aimant dans le tube de cuivre, c'est comme si elle avait mis un parachute invisible ! Elle tombe beaucoup plus lentement. Pourquoi ? Parce que le cuivre, même s'il n'est pas aimanté lui-même, peut conduire de l'électricité. Quand l'aimant se déplace à travers le tube, il crée un petit courant électrique dans le cuivre (courants de Foucault). Ce courant crée à son tour un champ magnétique qui s'oppose à l'aimant qui tombe, le ralentissant presque comme s'il tombait dans un sirop épais.

Liens avec la vie quotidienne & le CERN :

courant de Foucault → plaques à induction, force de Laplace → freins de camions ou moteurs électriques

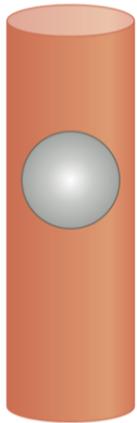
Au CERN, les courants de Foucault dans les aimants peuvent causer des problèmes. Ils gênent la qualité du champ magnétique nécessaire et ralentissent les changements de champ, ce qui peut retarder et compliquer le contrôle du faisceau de particules. Ces courants peuvent aussi chauffer les aimants, ce qui est problématique, surtout pour les aimants supraconducteurs qui doivent rester très froids pour fonctionner correctement. En résumé, les courants de Foucault peuvent diminuer l'efficacité de l'accélérateur de particules.

2 MAGNET AND COPPER TUBE

→ Does a (magnetic) ball fall faster in a copper or plexiglass tube??

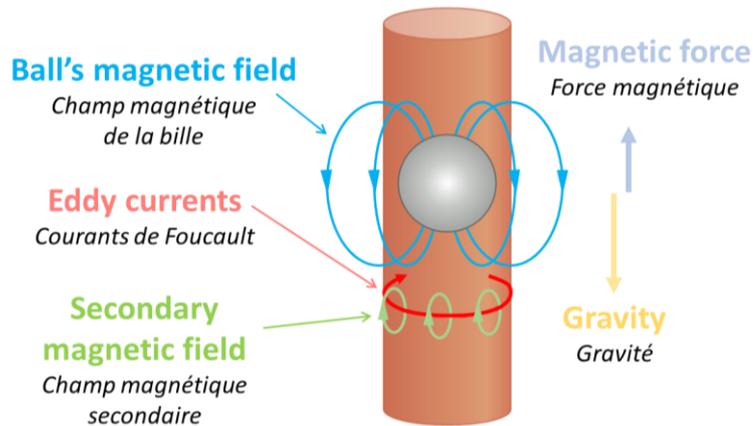
Non-magnetic ball

Bille non-magnétique



Magnetic ball

Bille magnétique



Materials:

- 1 strong spherical magnet (suitcase 1). **Attention, this is a very powerful magnet! Always keep it under supervision, be careful that it doesn't snap suddenly.**
- 1 steel ball (suitcase 1)
- 1 copper tube, 1 plexiglass tube

What to do:

1. Ask the audience to make a prediction.
2. Take the steel ball, show that it is not attracted to any of the tubes.
3. Drop it through the plexiglass tube, then through the copper tube.
4. Repeat these 2 steps with the magnetic sphere.
5. Observe the difference.

Observation: The steel ball falls through both the copper and plexiglass tubes without a noticeable difference. A magnetic sphere falls much more slowly through the copper tube.

Explanation:

When the magnet is dropped into the copper tube, it's as if it put on an invisible parachute! It falls much more slowly. Why? Because copper, even though it's not magnetized itself, can conduct electricity. When the magnet moves through the tube, it creates a small electric current in the copper (eddy currents). This current, in turn, creates a magnetic field that opposes the falling magnet, slowing it down almost as if it were falling through thick syrup.

Links with everyday life & CERN:

- Eddy currents → induction cooktops, Laplace force → truck brakes or electric motors

At CERN, eddy currents in magnets can cause problems. They disrupt the necessary magnetic field quality and slow down field changes, which can delay and complicate particle beam control. These currents can also heat up the magnets, which is problematic, especially for superconducting magnets that need to remain very cold to function properly. In summary, eddy currents can reduce the efficiency of the particle accelerator.

3 TRAIN MAGNÉTIQUE

→ Le train électrique le plus simple : du fil électrique, une pile, 2 aimants. Et en plus il tourne !

Matériel (valise 2):

- 2 disques magnétiques en néodyme 15 x 8 mm. **Attention, c'est un aimant très puissant ! Garde-le toujours sous surveillance, faites attention à ce qu'il ne se colle brusquement.**
- 1 rondelle
- des piles (nous recommandons plusieurs piles AA LR6 d'1.5 Volt)
- tunnel fait à partir d'enroulements de fil métallique non revêtu (fil de fer d'un diamètre de 0.8 ou d'1.0 mm, utilisez un bâton en bois d'au moins 15 mm de diamètre pour réaliser les enroulements)



Comment ça marche ?

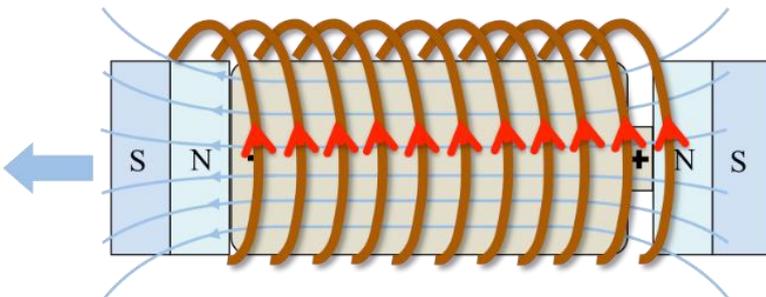
1. Déjà préparé, valise 2 : Enroulez de façon régulière plusieurs mètres de fil de cuivre autour du bâton jusqu'à ce que vous atteigniez un parcours de la longueur souhaitée. **Fais attention à ce tunnel : s'il est déformé, il ne fonctionnera plus !**
2. Placez la rondelle sur le côté « + » de la pile, puis un aimant. Prenez l'autre aimant et rapprochez-le de celui déjà positionné sur la pile. Quand vous sentez que les deux aimants s'attirent, tournez la pile à 180°, puis collez l'aimant sur le côté « - ». De cette manière, les aimants sont positionnés sur la pile de sorte que soit les deux pôles nord, soit les deux pôles sud, soient connectés à la pile, autrement le train n'avancera pas.
3. Introduisez maintenant la pile dans le tunnel... vous serez surpris par la vitesse à laquelle la pile le traversera !

Explication :

Le "train" avance grâce à une force spéciale appelée force électromagnétique. Pour que cela fonctionne, les aimants de la batterie et le fil de cuivre de la bobine doivent se toucher directement sans aucun revêtement.

Lorsque la batterie et les aimants entrent en contact avec la bobine, une boucle est créée et l'électricité commence à circuler. Cette électricité crée un champ magnétique (comme un aimant) dans la bobine. Ce champ repousse ou attire les aimants, faisant avancer le "train".

Les aimants sur la batterie sont conducteurs, donc tous les points de contact ont la même puissance. Lorsque l'électricité circule dans la bonne direction, le champ magnétique repousse un aimant tout en attirant l'autre vers lui, poussant ainsi la batterie. Au fur et à mesure que la batterie avance, les points de contact se déplacent également, maintenant ainsi le processus en cours et permettant à la batterie de continuer à avancer.



3 MAGNETIC TRAIN

→ The simplest electric train: an electric wire, a battery, 2 magnets. Look at it going round and round!

Materials (suitcase 2):

2 magnetic discs in neodymium 15 x 8 mm

Attention, this is a very powerful magnet! Always keep it under supervision, be careful that it doesn't snap suddenly.

- 1 washer
- batteries (we recommend several AA 1.5V LR6 batteries)
- tunnel made from windings of uncoated metal wire (wire diameter of 0.8 or 1.0 mm, use wooden stick of at least 15 mm in diameter to make the windings)



How does it work?

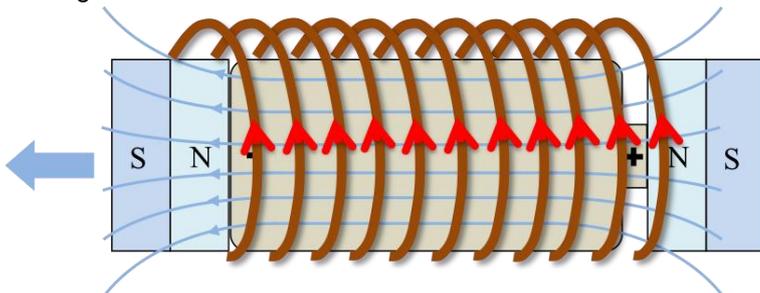
1. Already prepared, see suitcase 2: Wrap several meters of copper wire evenly around the stick until you reach the desired length. **Be careful with this tunnel: if it gets deformed, it won't work anymore!**
2. Place the washer on the "+" side of the battery, then a magnet. Take the other magnet and move it closer to the one already on the battery. When you feel the two magnets pulling, turn the battery 180° and then stick the magnet to the "-" side. In this way, the magnets are placed on the battery so that either the two north poles, or the two south poles, are connected to the battery (otherwise the train will not move forward).
3. Now insert the battery into the tunnel ... you will be surprised by the speed at which the battery will cross it!

What's going on?

The "train" moves thanks to a special force called electromagnetic force. For this to work, the battery's magnets and the coil's copper wire must touch directly without any coating.

When the battery and magnets come into contact with the coil, a loop is created and electricity starts flowing. This electricity creates a magnetic field (like a magnet) in the coil. This field pushes or pulls on the magnets, making the "train" move forward.

The magnets on the battery are conductors, so all the contact points have the same power. When electricity flows in the right direction, the magnetic field pushes one magnet away while pulling the other toward it, pushing the battery. As the battery moves, the contact points also move, keeping the process going and allowing the battery to keep moving.



4 BATTERIE À MAINS NUES

→ En panne de batterie ? construisez en une avec des ingrédients de la cuisine.

Matériel (valise 1):

- 1 plaque de cuivre
- 1 plaque d'aluminium ou papier aluminium
- 1 multimètre
- 2 câbles

Comment ça marche ?

1. Placez les deux plaques sur une table en bois (ou une autre surface non métallique).
2. Avec un câble, connectez une plaque au multimètre et connectez l'autre plaque avec l'autre câble.
3. Réglez le multimètre pour mesurer la tension en Volt.
4. Placez une main sur chaque plaque. Vous devriez remarquer une lecture sur le compteur. Si le compteur affiche une tension négative, inversez vos connexions.
5. A essayer aussi : appuyez plus fort sur les plaques ; une autre personne que vous ou même à 2 ! Une personne pose sa main sur la plaque de cuivre et l'autre pose sa main sur la plaque d'aluminium, puis joignez vos mains libres.



Explication :

Pour faire une batterie, tu as besoin de trois choses principales : deux électrodes (qui seront nos deux types de métaux) et un électrolyte (= eau salée, un liquide ou un milieu humide qui peut transporter des charges électriques).

Les électrodes : ce sont les deux métaux différents que tu utilises. Chaque métal a une tendance différente à donner ou à accepter des électrons (ces petites particules chargées qui circulent dans les fils électriques et qui alimentent nos appareils). Dans une batterie, un métal (qu'on appelle l'anode) a plus tendance à donner des électrons, tandis que l'autre métal (la cathode) a plus tendance à en accepter.

L'électrolyte : c'est la substance qui se situe entre les deux électrodes. Lorsque les deux métaux sont plongés dans l'électrolyte, il permet le mouvement des électrons de l'anode vers la cathode à travers un circuit extérieur (comme un fil ou un appareil que tu veux alimenter) et transporte des ions (atomes ou molécules chargés) dans la solution, complétant ainsi le circuit.

En mettant ensemble ces éléments, tu crées une réaction chimique entre les électrodes et l'électrolyte. Cette réaction produit des électrons (à l'anode) qui veulent se déplacer vers la cathode. On peut connecter un multimètre pour mesurer la tension en Volt. Si tu connectes un fil entre les deux métaux, ces électrons peuvent parcourir ce fil pour atteindre la cathode, créant ainsi un courant électrique. Voilà, tu as ta batterie !

Votre corps résiste au courant. La plupart de cette résistance est dans votre peau. En mouillant votre peau, vous pouvez diminuer la résistance et augmenter le courant à travers le compteur. Comme deux personnes qui se tiennent par la main ont plus de résistance qu'une personne. Si vous le souhaitez, vous pouvez utiliser le multimètre pour mesurer la résistance directement dans ces situations.

4 BARE HAND BATTERY

→ In need of a battery? Build one with ingredients from the kitchen.

Materials (suitcase 1):

- 1 copper plate
- 1 aluminium plate or aluminium foil
- 1 multimeter
- 2 cables

How does it work?

1. Place both plates on a wooden table or any non-metallic surface.
2. Using one cable, connect one plate to the multimeter, and connect the other plate using the second cable.
3. Set the multimeter to measure voltage (DC) in Volt.
4. Place one hand on each plate. You should notice a reading on the meter. If the meter shows a negative value, reverse your connections.
 - + Try it with another person than you
 - + Try pressing harder on the plates.
 - + Try it with a friend! One person puts a hand on the copper plate and another person puts a hand on the aluminium plate, and then join the free hands.



What's going on:

To make a battery, you need three main things: two electrodes (which will be our two types of metals) and an electrolyte (= saltwater, a liquid or a moist medium that can carry electric charges).

The electrodes: these are the two different metals you use. Each metal has a different tendency to give or accept electrons (those tiny charged particles that flow in electrical wires and power our devices). In a battery, one metal (called the anode) has a greater tendency to give electrons, while the other metal (the cathode) has a greater tendency to accept them.

The electrolyte: this is the substance that sits between the two electrodes. When the two metals are immersed in the electrolyte, it allows the movement of electrons from the anode to the cathode through an external circuit (like a wire or a device you want to power) and transports ions (charged atoms or molecules) in the solution, thus completing the circuit.

By putting these elements together, you create a chemical reaction between the electrodes and the electrolyte. This reaction produces electrons (at the anode) that want to move towards the cathode. You can connect a multimeter to measure the voltage in volts. If you connect a wire between the two metals, these electrons can travel through this wire to reach the cathode, thus creating an electric current. There you have your battery!

Your body resists the current. Most of this resistance is in your skin. By wetting your skin, you can decrease resistance and increase the current through the meter. Like two people holding hands having more resistance than one person. If you wish, you can use the multimeter to measure the resistance directly in these situations.

Matériel :

- 1 boule plasma
- 1 tube fluorescent

Comment ça marche ?

1. Allumez la boule plasma.
2. Placez vos mains sur la boule plasma et observez le comportement. Le flux est comme « attiré » par vos mains.
3. Reproduisez l'expérience avec le tube fluorescent. Placez-le sur la boule plasma. Observez le comportement. Le tube fluorescent s'allume ! Vous pouvez même vous amuser à déplacer vos mains plus ou moins près du centre du tube.



Explication :

Le plasma est présent partout dans l'Univers : dans les étoiles, y compris le Soleil. Il s'agit de la quatrième forme de matière. C'est un gaz chaud composé d'ions et d'électrons. Sa température est aussi élevée que celle du Soleil, soit environ 15 millions de degrés Celsius.

Le plasma est un gaz ionisé, c'est-à-dire un gaz contenant des ions chargés électriquement. Cette caractéristique du plasma lui confère des propriétés uniques, notamment une grande conductivité électrique.

Les boules de plasma sont comme une bobine Tesla miniature. Lorsque vous activez l'appareil, une puissante tension alternative circule dans l'électrode et fait bouger les électrons à l'intérieur des fils de l'électrode à une fréquence extrêmement élevée (environ 30 kHz), ce qui finit par faire s'échapper les électrons du gaz. Il en résulte des ions positifs qui donnent aux gaz des couleurs étonnantes. En raison du vide partiel qui règne dans la boule, les tentacules électriques sont facilement visibles. Normalement, le courant électrique est invisible. Cependant, les ions des gaz nobles réagissent aux électrons qui s'échappent, ce qui les fait briller de différentes couleurs selon le type de gaz et émettre beaucoup de photons.

Les boules de plasma actuelles sont créées en mélangeant différents gaz nobles, dont le néon, le xénon et le krypton.

Les tubes fluorescents s'allument automatiquement lorsqu'elles sont placées à proximité de la boule de plasma. Cela est dû au fait que le courant électrique traverse la sphère de verre et atteint l'ampoule.

Source : <https://science-labs.com/comment-fonctionne-une-lampe-plasma/>

Lien avec CERN :

On peut lier l'expérience à l'accélération de particules grâce à des champs électriques, ou aux détecteurs qui utilisent des gaz pour détecter le passage de particules.

5 PLASMA BALL

Materials:

- 1 plasma ball
- 1 fluorescent tube

How does it work?

1. Turn on the plasma ball.
2. Place your hands on the plasma ball and observe the behaviour. The flow is like “drawn” by your hands.
3. Repeat the experiment with the fluorescent tube. Place it on the plasma ball. Observe the behaviour. The fluorescent tube lights up! You can even have fun moving your hands more or less close to the centre of the tube.



Explanation:

Plasma is present everywhere in the Universe: in the stars, including the Sun. It is the fourth form of matter. It is a hot gas composed of ions and electrons. Its temperature is as high as that of the Sun, about 15 million degrees Celsius.

Plasma is an ionized gas, a gas containing electrically charged ions. This characteristic of plasma gives it unique properties, including high electrical conductivity.

Plasma balls are like a miniature Tesla coil. When you activate the device, a powerful alternating voltage circulates through the electrode and causes the electrons to move within the wires of the electrode at an extremely high frequency (about 30 kHz), eventually causing the electrons to escape from the gas. This results in positive ions that give the gases amazing colours. Due to the partial vacuum in the ball, the electric tentacles are easily visible. Normally, the electrical current is invisible. However, noble gas ions react to escaping electrons, which makes them shine in different colours depending on the type of gas and emit many photons.

The current plasma balls are created by mixing different noble gases, including neon, xenon and krypton.

Fluorescent tubes light up automatically when placed near the plasma ball. This is because the electric current passes through the glass sphere and reaches the bulb.

Source : <https://science-labs.com/comment-fonctionne-une-lampe-plasma/>

Link to CERN

We can link the experiment to particle acceleration through electric fields, or to detectors that use gases to detect the passage of particles.

6 CLOCHE À VIDE

Matériel :

- un petit réveille-matin mécanique (valise 1), un ballon de baudruche ou des marshmallows;
- une cloche à vide avec sa pompe et sa platine ;

Comment ça marche ?

1. Placer le réveille-matin (ou le ballon de baudruche gonflé ou encore des marshmallows) sur le plateau de la cloche à vide et mettre la sonnerie en marche. On l'entend distinctement.
2. Placer alors la cloche sur la platine : à l'oreille, la sonnerie du réveil est affaiblie.
3. Mettons la pompe en action pendant **deux à trois minutes**... puis arrêtons-la. La sonnerie devient presque inaudible.
4. Lorsqu'on ouvre le robinet d'admission d'air pour remettre l'intérieur de la cloche à la pression atmosphérique... le signal se renforce et finit par retrouver son niveau initial : la sonnerie du réveil redevient audible.



Explication :

Le son est une vibration mécanique : pour se propager, il a besoin d'un support matériel susceptible de se déformer à son passage. Dans un fluide compressible, le plus souvent l'air, cette propagation se fait sous forme d'une variation de pression créée par la source sonore. Sous l'effet de cette variation de pression, les molécules d'air situées près de la source se déplacent de part et d'autre de leur position d'équilibre (très faiblement, de l'ordre de quelques micromètres) ; ce déplacement comprime alors les molécules voisines, qui se déplacent elles aussi, et ainsi de suite : la perturbation issue de la source sonore se propage donc de proche en proche, en utilisant l'air comme support.

Dans les fluides, comme l'air et les liquides, l'onde sonore est longitudinale, c'est-à-dire que les particules vibrent parallèlement à la direction de déplacement de l'onde.

Dans le vide, le son ne trouve plus de support matériel pour se propager. C'est pourquoi la sonnerie du réveil devient inaudible au fur et à mesure que la pression dans la cloche diminue.

Expérience avec le réveil : <https://www.youtube.com/watch?v=Xy6fIDGPerc>

Expérience avec le ballon : https://www.youtube.com/watch?v=x29j0Ww_nw8

6 VACUUM CHAMBER

Materials:

- a mechanical alarm clock (suitcase 1), a rubber balloon or marshmallows;
- a vacuum chamber with its pump and plate;

How does it work?

1. Put the alarm clock (or inflated balloon or marshmallows) on the platform and turn on the buzzer. We hear it distinctly.
2. Then place the vacuum chamber on the platform: the sound of the alarm clock is weakened.
3. Put the pump on for **two to three minutes** ... then turn it off. The ringing becomes almost inaudible.
4. When the air inlet valve is open to bring the vacuum chamber back to atmospheric pressure ... the signal strengthens and ends up returning to its initial level: the alarm clock rings again.



What's going on?

Sound is a mechanical vibration: to propagate, it needs a material support that can be deformed as it passes. In a compressible fluid, most often air, this propagation takes the form of a pressure variation created by the sound source. Under the effect of this pressure variation, the air molecules located near the source move on either side of their equilibrium position (very slightly, a few micrometres); this displacement then compresses the neighbouring molecules, which also move, and so on: the disturbance from the sound source is spreading, step by step, using air as support.

In fluids, such as air and liquids, the sound wave is longitudinal, meaning that the particles vibrate parallel to the direction of the wave.

In the void, the sound cannot find any material support to propagate. This is why the alarm clock goes quiet as the pressure in the vacuum chamber decreases.

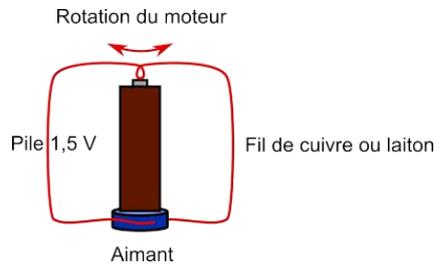
Experiment with the alarm clock: <https://www.youtube.com/watch?v=Xy6fIDGPerc>

Experiment with the balloon: https://www.youtube.com/watch?v=x29j0Ww_nw8

→ Construisez un moteur électrique avec un fil de cuivre, une pile et un aimant. Encore plus simple, un cœur gyroscopique.

Matériel:

- 1 plaque métallique (valise 1)
- 1 fil de cuivre (valise 1)
- 1 aimant néodyme (valise 2)
- 1 pile alcaline AA (valise 2)

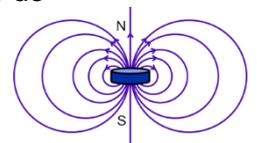


Comment ça marche ?

1. Poser l'aimant sur une plaque métallique. Ajouter la pile par-dessus.
2. Former une boucle avec le fil de cuivre et poser la boucle sur le pôle positif de la pile. Le bout du fil est relié à l'aimant.
3. Comme le fil est simplement posé sur la pile, il est libre de tourner, et lorsqu'il est bien en contact avec la pile et l'aimant, il tourne spontanément : le montage est un moteur.

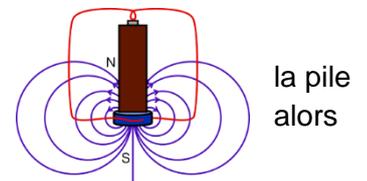
Explication :

Un aimant crée un champ magnétique dans l'espace. C'est celui-ci qui est responsable de l'interaction entre deux aimants par exemple. C'est un champ invisible, mais qui peut être représenté par des lignes de champ qui sortent d'un point de l'aimant, décrivent une courbe et rentrent en un autre point de l'aimant. Les lignes de champ se poursuivent également à l'intérieur de l'aimant et forment des boucles fermées. Les lignes de champ ont une orientation et le pôle nord de l'aimant est défini comme la face par laquelle les lignes de champ sortent de l'aimant tandis que le pôle sud a des lignes de champ rentrantes.



Pour déterminer les pôles nord et sud d'un aimant, tu peux pendre l'aimant à l'horizontale et l'accrocher à un fil de manière à ce qu'il puisse tourner librement sur lui-même. Le pôle nord est la face qui va alors pointer vers le nord terrestre.

On va prendre ici le cas où l'aimant est orienté avec le nord vers le haut et où est collée à l'aimant par la borne moins (sur le pôle nord). Le fil métallique est immergé dans le champ magnétique de l'aimant.

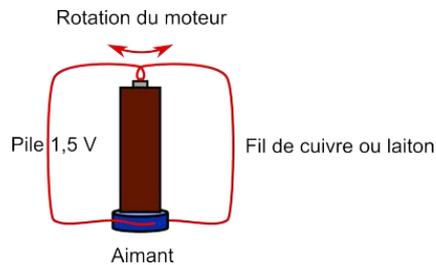


Comme le fil tourne spontanément (en combattant la friction), une force motrice agit sur celui-ci. La force qui fait tourner le fil sur lui-même n'existe que si l'aimant est présent et si le fil crée un circuit électrique fermé avec la pile. En fermant le circuit, la pile met des charges du fil conducteur en mouvement. Ce sont des électrons (donc chargés négativement). Ces électrons se déplacent à une certaine vitesse moyenne dans le fil, de la borne moins vers la borne plus de la pile. Or, des électrons en mouvement sont sensibles à la présence d'un champ magnétique et peuvent être ainsi déviés de leur trajectoire en raison d'une force appelée force de Lorentz.

→ Build an electric motor with a copper wire, a battery and a magnet. Even better, a gyroscopic heart.

Materials (suitcase 1)

- 1 metal plate (suitcase 1)
- 1 copper wire (suitcase 1)
- 1 neodymium magnet (suitcase 2)
- 1 alkaline battery AA (suitcase 2)

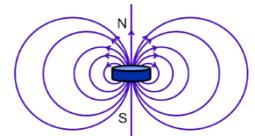


How does it work?

1. Place the magnet on a metal plate. Add the battery on top.
2. Form a loop with the copper wire and place the loop on the positive pole of the battery. The end of the wire is connected to the magnet.
3. As the wire is simply placed on the battery, it is free to turn, and when it is in contact with the battery and the magnet, it turns spontaneously: it becomes an electric motor.

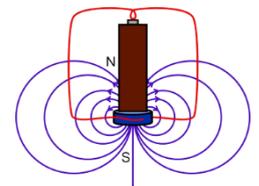
What's going on?

A magnet creates a magnetic field in space, that is responsible for the interaction between two magnets for example. It is an invisible field, but it can be represented by field lines coming out of a point of the magnet, describing a curve and returning to another point of the magnet. The field lines also continue inside the magnet and form closed loops. The field lines have an orientation and the north pole of the magnet is defined as the face through which the field lines come out, while the south pole has field lines coming back in.



To determine the north and south poles of a magnet, you can hang the magnet horizontally and hook it to a wire so that it can turn freely on itself. The North Pole is the face that will point to the Earth's north.

We will take here the case where the magnet is oriented with the north upwards and where the battery is stuck to the magnet by the minus terminal (on the north pole). The wire is then immersed in the magnetic field of the magnet.



As the wire turns spontaneously (fighting friction), a driving force acts on it. The force that turns the wire on itself exists only if the magnet is present and if the wire creates a closed electrical circuit with the battery. By closing the circuit, the battery puts the charges of the conducting wire in motion. These are electrons (thus negatively charged). These electrons move at a certain average speed in the wire, from the minus terminal to the plus terminal of the battery. However, electrons in motion are sensitive to the presence of a magnetic field and can be deviated from their path due to a force called Lorentz force.