

# *Submarino a partir del principio de arquímedes*

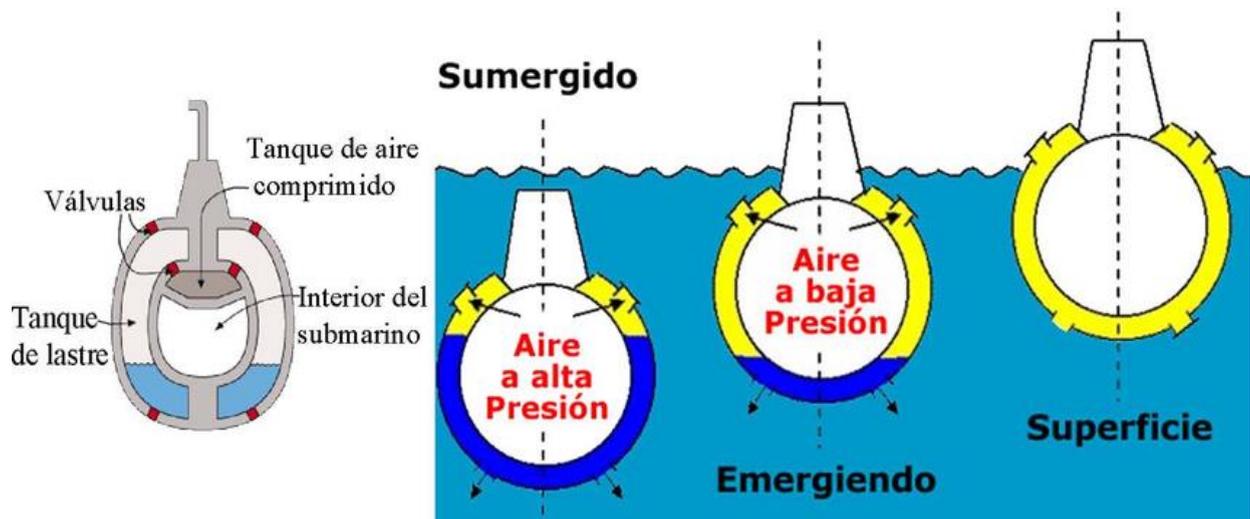
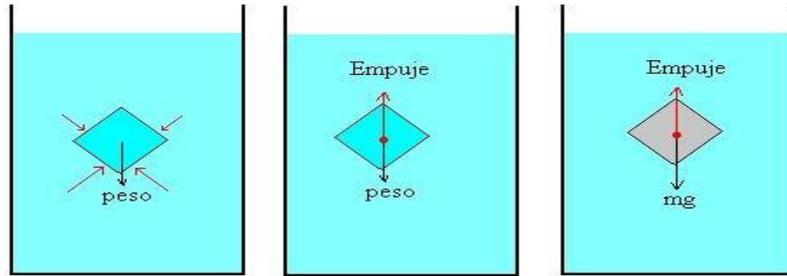
## *I. Introducción:*

En algún momento todos nos hemos cuestionado, ¿Porque un cuerpo debajo del agua puede emerger con facilidad, mientras que el mismo cuerpo fuera del agua es casi imposible de levantar?, ¿Porque un barco gigantesco cargado puede flotar? o Porque un submarino puede sumergirse y emerger?

Esto es debido al principio desarrollado por Arquímedes, el cual establece que, si un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en un fluido, ya sea líquido o gaseoso, este ejercerá una fuerza (empuje), vertical hacia arriba sobre el cuerpo que es igual al peso del fluido desalojado, haciéndolo flotar, a esto lo denominamos *principio de la hidrostática*. Esta teoría explica cómo los grandes cuerpos pueden flotar en el agua; en este medio se hace patente la relación entre la fuerza y la densidad, si el objeto sumergido en agua es menos denso que el fluido flotará, por el contrario, si es más denso que el fluido, se hundirá.

El de principio de Arquímedes no solo se aplica en la teoría de flotación de barcos sino también en la de los submarinos. El submarino no solo utiliza este principio, sino que además se apoya en el principio desarrollado por Pascal. El hecho de que un submarino pueda flotar, tanto en superficie como en inmersión se debe a la existencia de dos fenómenos físicos que se enuncian bajo los nombres de "*Principio de Pascal y Principio de Arquímedes*". Según el principio de Pascal el efecto que produce el agua sobre el casco de un submarino sumergido es una presión perpendicular a la superficie del mismo cuyo valor esta expresado en  $\text{Kg/cm}^2$  siendo esta igual a la décima parte del que expresa en metros la profundidad del punto considerado, con respecto a la superficie del mar.

Con respecto al principio de Arquímedes, el agua que es el medio en el cual se encuentra el submarino realiza un empuje hacia arriba, que es igual al peso del volumen del líquido desalojada por este.



*Preguntas (Construcción y funcionamiento del submarino):*

- Comportamiento físico de los principios de Arquímedes y Pascal.
- ¿Qué materiales serán utilizados para su construcción?
- ¿Qué forma debe tener el submarino para que tenga mejor funcionalidad?
- ¿Qué sistema se utilizará para la flotación?
- ¿Como se hará flotar el submarino una vez hundido?

### *Objetivos*

- Comprensión del principio de Arquímedes mediante su aplicación a la simulación del funcionamiento de un submarino.
- Aplicar el principio a acciones vinculadas a los sistemas de transportes marinos.
- Descenso y ascenso del submarino de forma automática.
- Visualizar de forma real los principios de Arquímedes y Pascal en las acciones de inmersión y flotabilidad del submarino.

### *Objetivos generales*

- Dar a conocer al lector el comportamiento de la mayoría de los vehículos acuáticos.
- Aclarar las incógnitas en cuanto al fenómeno que realiza un submarino: ascenso y descenso.

### *CRITERIOS DE EVALUACIÓN*

- Capacidad de trabajo en equipo.
- Criterio en la búsqueda de información.
- Uso correcto del vocabulario físico-técnico.

*Marco teórico:*

- **Principio de Arquímedes:**

“El principio de Arquímedes afirma que un cuerpo total o parcialmente sumergido en un fluido estático será empujado con una fuerza igual al peso del volumen de fluido desplazado por dicho objeto.

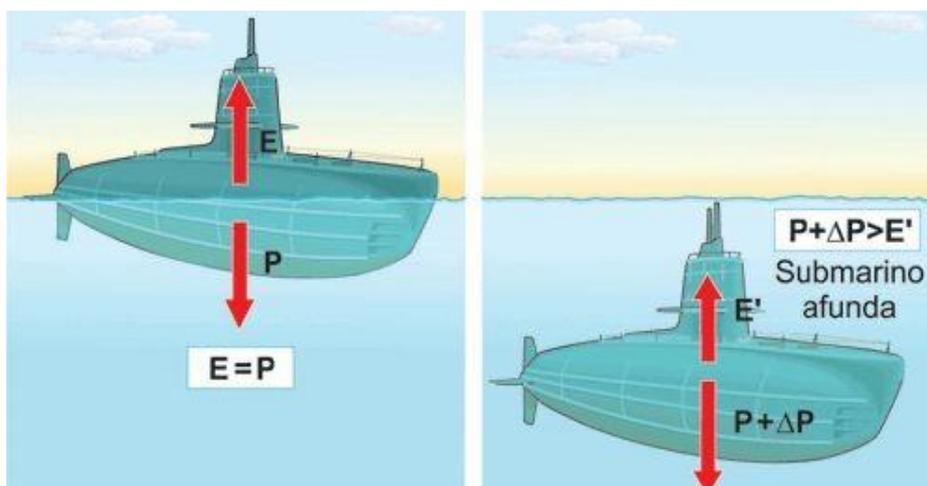
Esta fuerza se mide en Newtons (en el SI) y su ecuación es:

$$E = m \cdot g = \rho_f \cdot g \cdot V$$

Donde  $\rho_f$  y  $\rho_s$  son respectivamente la densidad del fluido y del sólido sumergido,  $V$  el volumen del cuerpo sumergido y  $g$  la aceleración de la gravedad.

El principio de Arquímedes se formula así:

El principio de Arquímedes establece, básicamente, que cualquier cuerpo sólido que se encuentre (sumergido o depositado) en un fluido, experimentará un empuje de abajo hacia arriba, igual al peso del volumen del líquido desalojado. El objeto no necesariamente ha de estar completamente sumergido en dicho fluido, ya que, si el empuje que recibe es mayor que el peso aparente del objeto, éste, flotará y estará sumergido sólo parcialmente.



La fuerza que ejerce la presión del fluido sobre la superficie de separación es igual a  $p \cdot dS$ , donde  $p$  solamente depende de la profundidad y  $dS$  es un elemento de superficie. Puesto que la porción de fluido se encuentra en equilibrio, la resultante de las fuerzas debidas a la presión se debe anular con el peso de dicha porción de fluido. A esta resultante la denominamos empuje y su punto de aplicación es el centro de masa de la porción de fluido, denominado centro de empuje. De este modo, para una porción de fluido en equilibrio con el resto, se cumple que:

$$\text{Empuje} = \text{peso} = r_f \cdot g \cdot V.$$

El peso de la porción de fluido es igual al producto de la densidad del fluido “ $r_f$ ” por la aceleración de la gravedad “ $g$ ” y por el volumen de dicha porción “ $V$ .”

Si sustituimos la porción de fluido por un cuerpo sólido de la misma forma y dimensiones. Las fuerzas debidas a la presión no cambian, por tanto, su resultante que hemos denominado **empuje** es la misma y actúa en el mismo punto, denominado centro de empuje. Lo que cambia es el peso del cuerpo sólido y su punto de aplicación que es el centro de masa, que puede o no coincidir con el centro de empuje.



Por tanto, sobre el cuerpo actúan dos fuerzas: el empuje y el peso del cuerpo, que no tienen en principio el mismo valor ni están aplicadas en el mismo punto.

En los casos más simples, se supone que el sólido y el fluido son homogéneos y por tanto, coinciden el centro de masa del cuerpo con el centro de empuje.

- En general, “**el empuje** es la fuerza de empuje es una fuerza que aparece cuando se sumerge un cuerpo en un fluido. El módulo de ésta viene dado por el peso del volumen del fluido desalojado”<sup>2</sup>.
- **Volumen:** La materia ocupa un lugar en el espacio, el cual se mide en tres dimensiones. Este espacio tridimensional ocupado por una cantidad de materia se conoce como volumen. Un simple grano de arena tiene volumen, lo mismo que una manzana, un ladrillo, una persona, una montaña y un planeta. También el aire y cualquier gas ocupan volumen. Cuando se

respira, se inhala aire y a medida que se llenan los pulmones, se siente y se ve cómo el volumen del pecho aumenta. La unidad de volumen es el metro cúbico ( $m^3$ ). Un metro cúbico es el espacio ocupado por una caja de un metro de largo, por un metro de ancho, por un metro de alto ( $1\text{ m} \times 1\text{ m} \times 1\text{ m}$ ). Para medir volúmenes más pequeños resulta conveniente usar el ( $cm^3$ ) que es  $1/1\ 000\ 000\ m^3$ .

- **Masa:** La Masa es la medida que indica la cantidad de materia que tiene un cuerpo. Un cuerpo corresponde a una porción de materia que puede encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso, el cual puede estar formado por materiales de igual o diferente naturaleza.

La unidad de medida del Sistema Internacional es el kilogramo (kg) y el instrumento para medir la masa de un cuerpo es la balanza.

- **Gravedad:** La gravedad es la fuerza con la que los cuerpos se atraen. Básicamente, es la fuerza que actúa impidiendo que flotemos y manteniéndonos unidos a La Tierra.

### ***-REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO:***

Dicho experimento se ha realizado en grupos de 5 alumnos, se les proporcionara un documento donde se explica la fabricación de un submarino y seguirán los pasos para construirlo.



El funcionamiento de nuestro submarino emula a los submarinos reales; con la jeringa inyectamos aire en función de lo que queramos que el submarino haga:

1) Para que flote sobre el agua. No inyectaremos aire en el globo, bastará con el aire dentro de la botella.

2) Para que esté totalmente hundido. Bastará con que el agua rellene toda la botella.

En este caso, el peso del submarino superará al empuje recibido por el agua del acuario.

3) Para que esté sumergido, pero en equilibrio estático. Tendremos que inyectar el aire necesario para desalojar parte del agua y conseguir que el peso del submarino y el empuje que reciba del agua tengan la misma magnitud

- **Materiales y herramientas para la realización del submarino:**



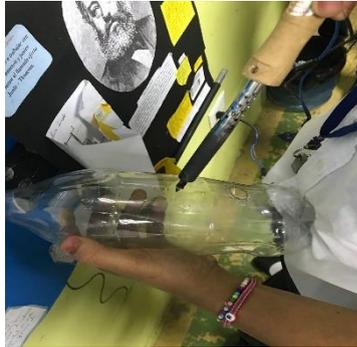
## Procedimiento:

El proyecto se realizó mediante el siguiente proceso:

- **Primero:** cogemos una botella de plástico mediana y se le realizan varios agujeros sobre toda la superficie, mediante este sistema entrará el agua necesaria para que se sumerja el submarino.
- **Segundo:** se le realiza un agujero al tapón de la botella, y se introduce un tubo de suero de diámetro 5mm y aproximadamente 25/30 cm de longitud, dejaremos 6 cm del tubo hacia la rosca del tapón y el resto del mismo hacia la parte exterior.
- **Tercero:** ya en posición el tubo y el tapón colocamos en la parte mas corta del tubo un globo sellado con tesafilm y en el otro extremo el más largo una jeringuilla mediante la cual insuflaremos el aire al interior del globo.
- **Cuarto:** Introducimos el globo dentro de la botella unida al tubo y roscamos el tapón en la misma quedando el globo dentro de la botella y solidario al sistema la jeringuilla.
- **Quinto:** Por último, al conjunto lo lastramos con unas arandelas pesadas alojadas sobre la base de la botella. A continuación, lo introducimos en un tanque de agua para observar si realmente funciona.



*Imágenes del proceso de creación del prototipo  
Mejorado*



## *Puntos débiles del prototipo*

- Al submarino se le añade más peso, para que de esta forma obtuviera mejor funcionalidad.
- De igual manera, se le realizaron más orificios al submarino, para que esté al sumergirse, el agua entre de manera más rápida.



## *Problemas durante la creación*

- Durante el proceso de creación se presentaron diversos problemas como la colocación del lastre la cual tendría que haber ido centrada a la base de la botella y así evitar el cabeceo de esta a la hora de realizar la inmersión. Otro problema fue la realización de los agujeros en la botella que fueron insuficientes y demasiado pequeños para lograr sumergir el prototipo lo más rápidamente posible, esto hizo que la botella se llenara muy lentamente y no se sumergiese.

### **Conclusión:**

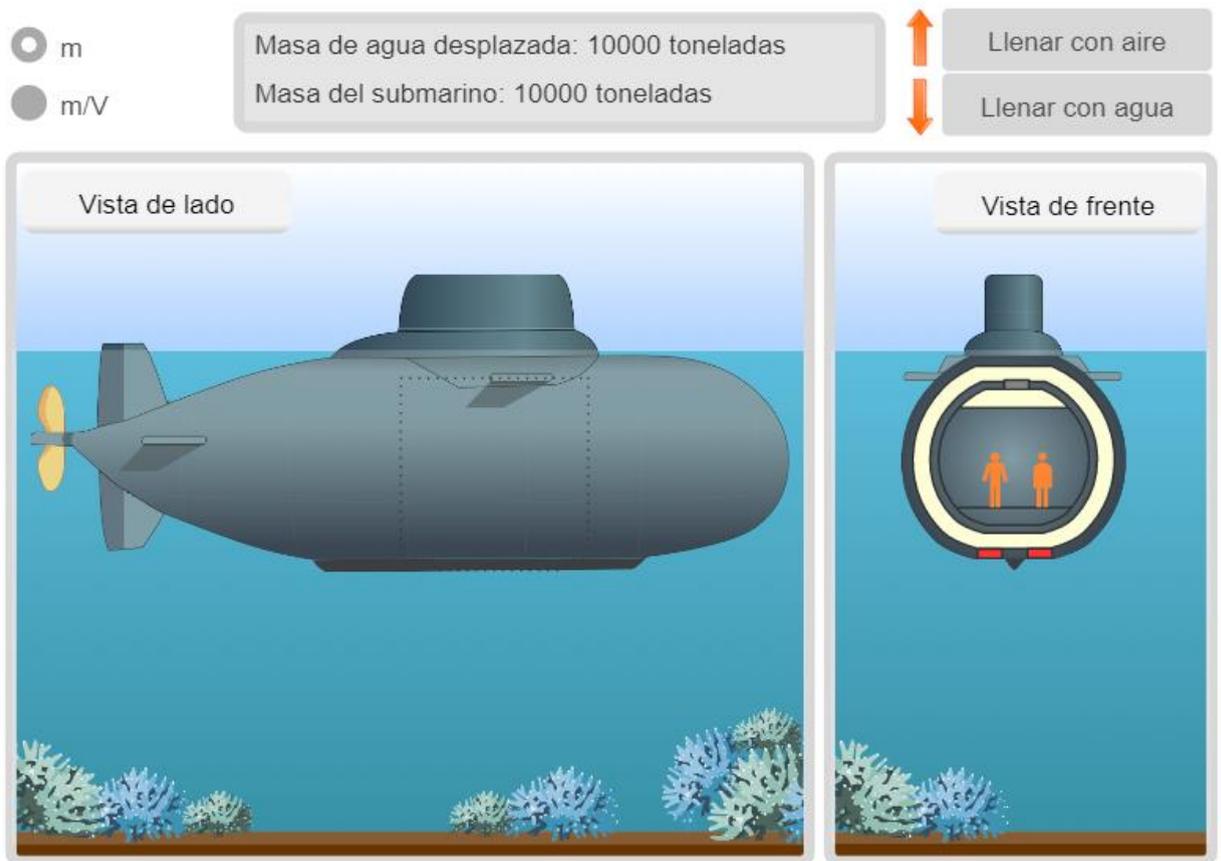
En conclusión, a través de la construcción de este proyecto y la visualización del comportamiento del sistema se pudo comprender el principio de Arquímedes perfectamente. El principio de Arquímedes establece que la magnitud del empuje siempre es igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo sumergido en él.

El submarino realizado logró sumergirse y flotar en el agua debido al aumento y disminución de su masa, siempre manteniendo su volumen sin alteraciones; Para hundir el submarino se aumentó su densidad llenando toda la botella de agua, para poder emerger se disminuyó la densidad expulsando el agua y llenando el submarino de aire consiguiendo su flotabilidad.

Entonces con el experimento realizado se puede concluir que al sumergir un objeto en un líquido este desplaza una cantidad de agua que equivaldría a su volumen. Con lo cual, sabiendo el volumen y el peso del mismo, se puede determinar la densidad del material del objeto.

De igual modo en base al principio que propone Arquímedes podemos explicar la capacidad de hundirse de los objetos como barcos o submarinos. Esta capacidad depende de la de la variación de la masa que está íntimamente relacionada con la variación de la densidad del objeto. El objeto se hunde si es más denso que el líquido donde se encuentra sumergido, en cambio el objeto flota si su densidad es menor que la del líquido donde se encuentra.

## Programa interactivo web de un submarino.



## PAGINAS WEB DE INTERES

- <http://sgcg.es/articulos/2010/05/20/principio-de-arquimedes/>
- <http://porquedelascosas.blogspot.com/2007/11/por-qu-se-sumergen-los-submarinos.html>
- <https://neetescola.org/el-principio-de-arquimedes/>
- [https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Las-principales-partes-del-submarino-y-un-esquema-donde-se-muestra-como-se\\_fig1\\_262337571](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Las-principales-partes-del-submarino-y-un-esquema-donde-se-muestra-como-se_fig1_262337571)

















PARTIE I  
ARISTOTE

PARTIE II

PARTIE III

PARTIE IV  
LE SOUS-MARIN

PROJET MÉCANIQUE 2023

# POURQUOI LES BATEAUX FLOTTENT-ILS?



EXPÉRIENCE 2  
MOUVEMENTS  
FORCÉS

## DANS CE COURS ON VA...



- étudier le mouvement et l'équilibre des corps.
- apprendre le concept de force.
- apprendre les lois de l'équilibre.
- comprendre comment les bateaux flottent-ils
- Le fonctionnement du sous-marin.

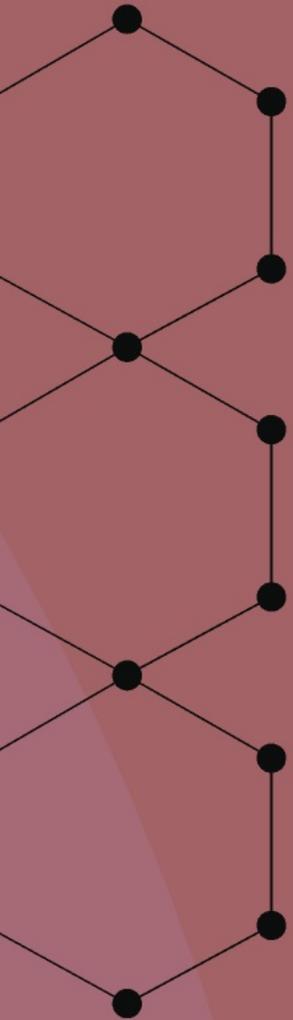
L'importance  
de la  
mécanique  
d'Aristote



EXPÉRIENCE 1  
MOUVEMENTS  
NATURELS

EXPÉRIENCE 3  
BILLES ET  
BALLON





La ..... est la partie .....  
mathématiques et de la physique qui  
a pour objet l'étude du .....  
(cinématique, dynamique) et de  
l'équilibre (statique) des corps, ainsi  
que la théorie ..... machines.

La mécanique d'Aristote est à la base  
de la cosmologie médiévale, qui  
s'étend jusqu'au XVIIè .....

Les enfants d'aujourd'hui connaissent  
de manière intuitive le modèle  
d'Aristote, et l'utilisent pour réaliser  
des ..... par rapport au  
comportement de la nature.

voir corrigé

**La mécanique** est la partie **des** mathématiques et de la physique qui a pour objet l'étude du **mouvement** (cinématique, dynamique) et de l'équilibre (statique) des corps, ainsi que la théorie **des** machines.

La mécanique d'Aristote est à la base de la cosmologie médiévale, qui s'étend jusqu'au **XVII<sup>e</sup> Siècle**.

Les enfants d'aujourd'hui connaissent de manière intuitive le modèle d'Aristote, et l'utilisent pour réaliser des **prédictions** par rapport au comportement de la nature

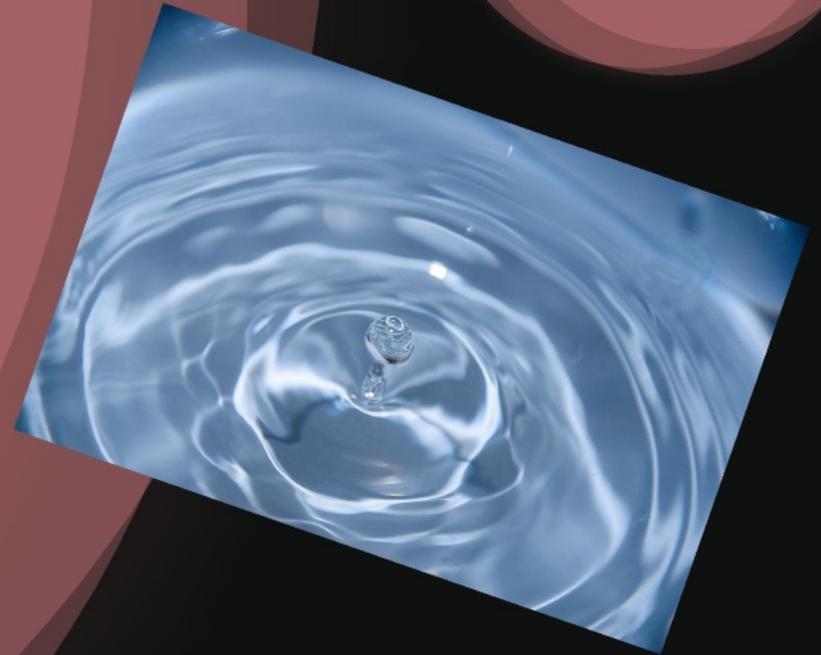
# EXPÉRIENCE NUMÉRO 1: comportement de la terre face à l'eau

matériel:

- un récipient
- de l'eau
- une paille à boire
- un ballon
- des pièces de monnaie ou des billes



EXPLICATION

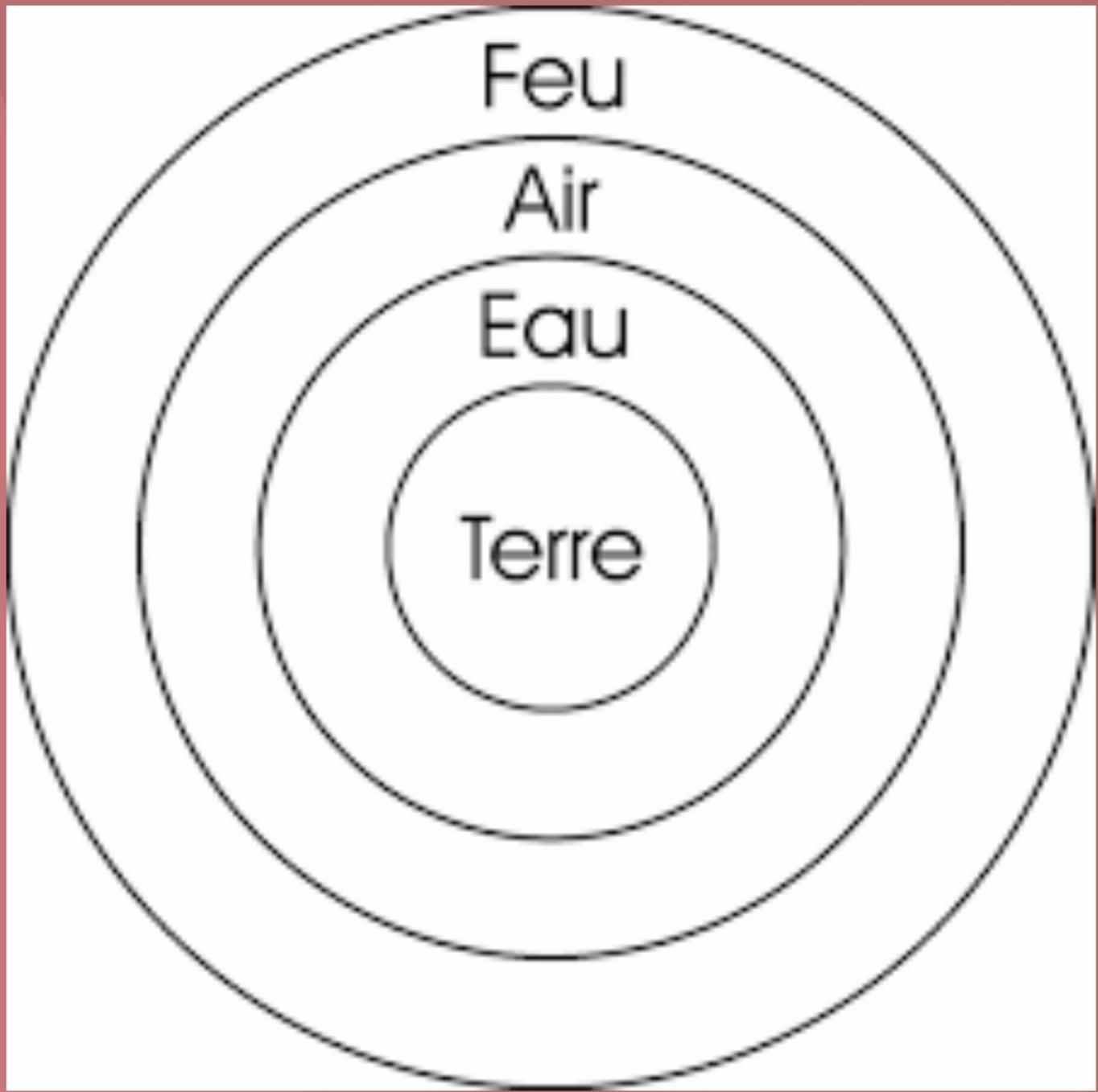


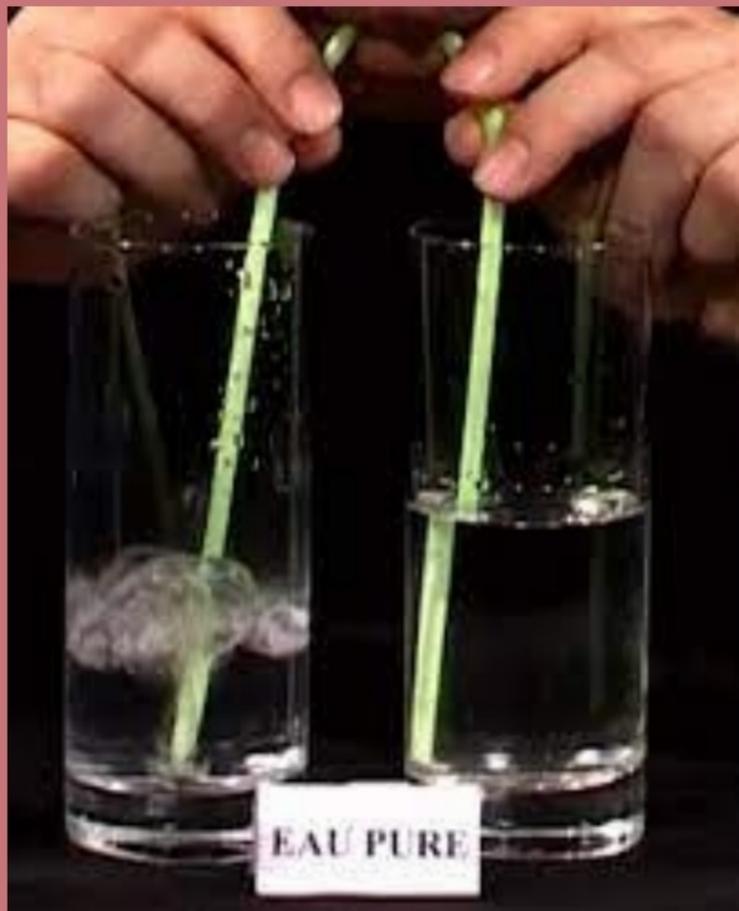
# COMPORTEMENT DE LA TERRE FACE À L'EAU (ET À L'AIR)

La bille traverse l'eau et se pose sur le fond du récipient, plus près du centre de l'univers selon le modèle d'Aristote.  
Le but est que la bille occupe sa place de manière verticale par rapport à l'eau.

L'EAU PAR  
RAPPORT À  
L'AIR, ET PAR  
RAPPORT À  
L'EAU

L'AIR PAR  
RAPPORT À  
L'EAU





# MOUVEMENTS FORCÉS

## matériels:

- un ballon
- un récipient avec de l'eau
- une bille
- un livre
- une table

explication



Il faut de la force pour enfoncer le ballon dans l'eau, car c'est un mouvement qui n'est pas naturel. Si on pousse un livre sur la table il s'agit de mouvements forcés.

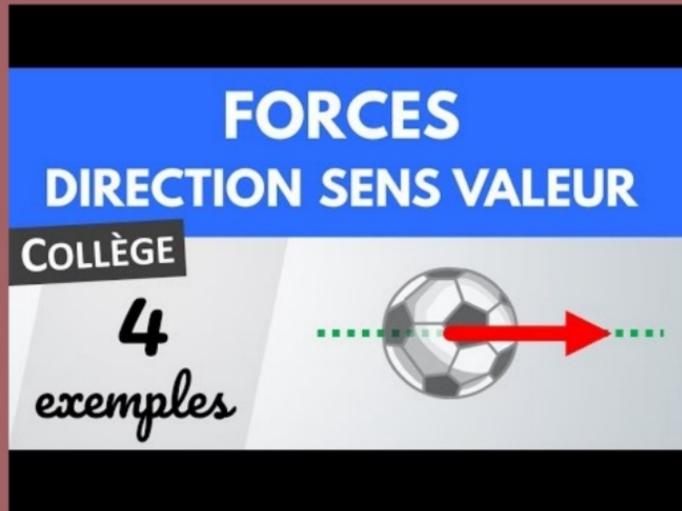


# GOBELET, BILLES ET BALLON MATÉRIELS

- un gobelet
- un fil
- des billes
- un récipient rempli d'eau

EXPLICATION

# REPRÉSENTATION DES FORCES EN UTILISANT DES VECTEURS



REPRÉSENTATION

# FORCES

## DIRECTION SENS VALEUR

COLLÈGE

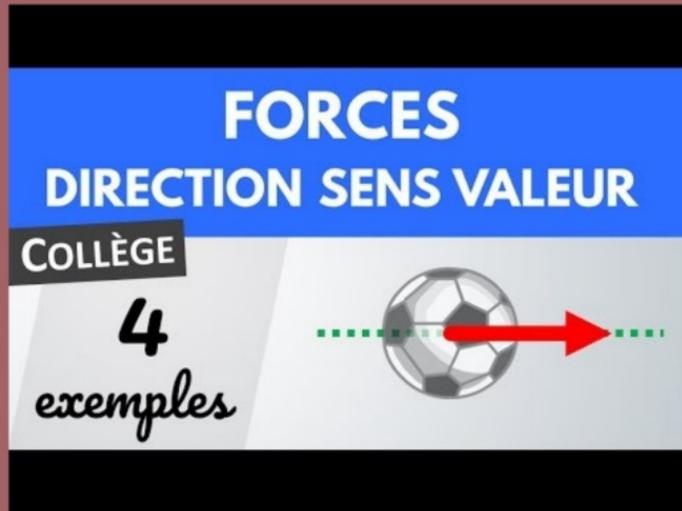
4  
exemples



Avec ces expériences on voit

- on a noté les caractéristiques des forces: la direction, le sens, la valeur. On a noté les différentes actions.

# REPRÉSENTATION DES FORCES EN UTILISANT DES VECTEURS



REPRÉSENTATION