



PROPIETATS ELECTROMAGNÈTIQUES DELS MATERIALS

ACTIVITATS D'ENSENYAMENT I APRENTATGE

VERSIÓ ADAPTADA

MATERIALS SCIENCE PROJECT

UNIVERSITY-SCHOOL
PARTNERSHIPS FOR THE DESIGN
AND IMPLEMENTATION OF
RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED
MODULES ON MATERIAL
PROPERTIES

SPECIFIC SUPPORT ACTIONS

FP6: SCIENCE AND SOCIETY: SCIENCE
AND EDUCATION



**MATERIALS
SCIENCE**



SCIENCE AND SOCIETY



PROJECT COORDINATOR
CONSTANTINOS P. CONSTANTINOU,
LEARNING IN SCIENCE GROUP,
UNIVERSITY OF CYPRUS

PROJECT PARTNERS



Πανεπιστήμιο Κύπρου
University of Cyprus



**ARISTOTLE
UNIVERSITY
of THESSALONIKI**



UNIVERSITY OF
WESTERN MACEDONIA



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

UAB

Universitat Autònoma
de Barcelona



ACKNOWLEDGMENT



RESEARCH FUNDING FOR THE
MATERIALS SCIENCE PROJECT
WAS PROVIDED BY THE EUROPEAN
COMMUNITY UNDER THE SIXTH
FRAMEWORK SCIENCE AND
SOCIETY PROGRAMME (CONTRACT SAS6-CT-2006-
042942).

THIS PUBLICATION REFLECTS ONLY THE VIEWS OF
THE AUTHORS AND THE EUROPEAN COMMUNITY IS
NOT LIABLE FOR ANY USE THAT MAY BE MADE OF
THE INFORMATION CONTAINED HEREIN.

© DESIGN:
n.eleana@cytanet.com.cy
2010, NICOSIA - CYPRUS

PROPIETATS ELECTROMAGNÈTIQUES DELS MATERIALS

Redisseny i adaptació

Personal Universitari

Roser Pintó
Digna Couso
María Isabel Hernández

Professors de secundària

Montserrat Armengol
Celsa Cortijo
Raül Martos
Miquel Padilla
Consol Rios
Marta Simón
Carme Sunyer
Montserrat Tortosa

Disseny i desenvolupament originari

Personal Universitari

Constantinos P. Constantinou
Michalis Livitziis
Rodothea Hadjilouca
Argyro Scholinaki
Marios Papaevripidou
Nikos Papadouris
Giannis Hadjidemetriou

Professors de secundària

Efi Loizidou
Myrto Pouangare

Altres contribucions

Expert extern

Michalis Livitziis

TAULA DE CONTINGUTS

UNITAT 1: INTERACCIÓ MAGNÈTICA	07
1.1. Interaccions magnètiques	09
1.2. Les parts d'un imant	13
1.3. La Terra com un imant	16
UNITAT 2: CAMP MAGNÈTIC	23
2.1. Camps magnètics	25
UNITAT 3: MODEL DE MATERIAL MAGNÈTIC	31
3.1. Comparant la força que exerceixen diferents imants sobre els objectes	33
3.2. Trencant i apilant imants	35
3.3. Un model de material magnètic	39
UNITAT 4: ELECTROMAGNETISME	49
4.1. Camp magnètic creat per un cable per on circula un corrent elèctric	51
4.2. Fent imants a partir d'un cable que condueix un corrent elèctric	56
4.3. Una recerca científica amb electroimants	62
UNITAT 5: PROJECTE: DISSENY I CONSTRUCCIÓ D'UN TREN ELECTROMAGNÈTIC	67
5.1. Construcció d'un tren electromagnètic	69



PRECAUCIÓ: EN ALGUNES DE LES SEGÜENTS ACTIVITATS, HAURÀS D'UTILITZAR IMANTS, QUE PODEN INFLUIR EN EL FUNCIONAMENT DE RELLOTGES, TARGETES DE CRÈDIT, TELÈFONS, ORDINADORS I ALTRES APARELLS QUE PUGUIN SER ALTERATS PER CAMPS MAGNÈTICS. ES RECOMANA QUE NO ES COL·LOQUIN ELS IMANTS A PROP D'AQUESTS OBJECTES.



Per què és important aprendre sobre “Propietats electromagnètiques dels materials”?

Has pensat alguna vegada en la quantitat d'imants que tens al teu voltant? Alguns armaris de casa, de l'institut, del gimnàs, etc., tenen un tancament amb imant, les neveres també, tots els imants que solen haver enganxats a la porta de les mateixes. És possible que tinguis un joc d'escacs magnètic. I què hi ha dels aparells elèctrics que tens a casa? Un trepant, una batedora, un ventilador, entre d'altres. Tots aquests aparells funcionen amb un motor elèctric. I qualsevol motor elèctric té un imant dins seu! Però no un imant com el de les neveres, sinó un electroimant.

Ara bé, no és tan important saber identificar tots els imants que tenim al nostre voltant sinó entendre com funcionen. No et sembla increïble que un peça magnètica petita pugui enganxar-se a la porta de la teva nevera? Com pot ser? Normalment necessitem algun tipus d'adhesiu per fer que les coses s'enganxin, però aquest no és el cas dels imants.

Si ho penses detingudament, segurament se t'acudeixen moltes preguntes entorn dels imants:

Quantes vegades has llegit una indicació de precaució per evitar apropar un telèfon mòbil o una targeta de crèdit a un imant? Per què creus que són necessàries aquestes recomanacions?

Només existeixen imants naturals o també és possible fabricar-los?

És veritat que al Japó hi ha un tren que levita gràcies a imants i no necessita rodes? Com funciona?

Aquesta unitat didàctica et proporcionarà les eines científiques i tecnològiques necessàries per poder respondre a preguntes com les anteriors.

UNITAT 1: INTERACCIONS MAGNÈTIQUES

Al llarg d'aquest tema, investigarem un tipus particular d'interacció física. Basant-nos en les nostres observacions, inventarem un model simple que ens permetrà explicar el comportament dels imants i dels materials magnètics.

Al capítol 1, examinarem les diferents parts d'un imant, les seves interaccions amb altres objectes i elaborarem una definició operativa d'imant, és a dir, segons el seu funcionament.

Experiment 1.1.1. Què li passa a un objecte quan està a prop d'un imant? Qualsevol objecte es comporta de la mateixa manera al costat d'un imant?

Agafa dos imants i la safata d'objectes fets de diversos materials que et proporcionarà el teu professor/a. A la safata trobaràs monedes, clips, xinxetes, alguna llauna de refresc, guix de pissarra, altres imants, etc. Pots afegir altres objectes (full de paper, goma d'esborrar, claus de casa, etc.) per tal d'examinar la interacció que es dona entre un imants i aquests objectes.

A. Posa els dos imants a prop l'un de l'altre, gira'ls i mou-los un respecte de l'altre, allunyant-los i apropant-los, i examina la interacció entre ells.

Els imants necessiten estar en contacte per interaccionar?

Com afecta la distància entre imants a la manera com interaccionen entre ells?

B. Posa els objectes de la safata a prop uns dels altres i a prop d'un dels imants de l'apartat A.

Describeix el que has observat

Les diferents parts d'un imant interaccionen igual amb cada objecte?

C. Classifica i agrupa els objectes en tres classes diferents basant-te en el tipus d'interacció que tenen amb els dos imants i amb els altres objectes.

1.
2.
3.

Com has pogut distingir una classe d'objecte de l'altra?

.....

.....

Per cadascuna de les classes d'objectes (1, 2, 3), descriu com interacciona cada objecte amb:

- *altres objectes de la mateixa classe o grup*
- *objectes de les altres classes o grups*

Interaccionen de la mateixa manera tots els objectes metàl·lics?

.....

.....

D. Basant-te en les observacions realitzades en els apartats A-C, descriu com són les interaccions entre les diferents classes d'objectes que has pogut identificar abans.

TAULA D'INTERACCIONS

	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3
CLASSE 1			
CLASSE 2			
CLASSE 3			

E. Ara pots respondre a la pregunta inicial d'aquest experiment 1.1.1.: Què li passa a un objecte quan està a prop d'un imant? Qualsevol objecte es comporta de la mateixa manera al costat d'un imant?

.....

.....



Un dels objectes que contenia la safata utilitzada a l'experiment anterior té la propietat d'interaccionar amb altres objectes de la mateixa classe de la mateixa manera que els dos imants que vas utilitzar a l'apartat A, o amb objectes d'altra classe. Els objectes d'aquesta classe són anomenats imants permanents, o simplement imants. Les interaccions que has estudiat en l'experiment 1.1.1. s'anomenen interaccions magnètiques.

Exercici 1.1.2. Com podem saber si un determinat objecte és un imant?

Utilitzant la taula de l'experiment 1.1.1., escriu els passos que una persona necessitaria seguir per poder identificar un imant. Intenta ser precís en la teva redacció per tal que ningú pugui interpretar incorrectament les teves indicacions.

Exercici 1.1.3. Com podem distingir un imant d'un objecte que també sigui atret per imants?

Alguns dels objectes amb els quals has treballat a l'experiment 1.1.1. han estat atrets per imants. Qualsevol imant també és atret per un altre imant segons com estiguin disposats entre ells. Idea un procediment a seguir per distingir aquest tipus d'objectes dels imants. Enumera els passos que necessaries seguir. Prova l'experiment dissenyat i anota les conclusions que n'has tret.



Els objectes de la safata que interaccionen amb imants són anomenats ferromagnètics ja que la majoria d'objectes que interaccionen magnèticament estan fets de ferro. No obstant, alguns materials, com el níquel, interaccionen igual que el ferro i són també anomenats ferromagnètics.

Experiment 1.1.4. Per què parlem d'interaccions magnètiques?

Agafa un imant i un objecte ferromagnètic que no sigui un imant que tinguin la mateixa grandària i massa. Tanca els ulls i sostén-los de manera que els seus extrems estiguin propers un a l'altre.

Podries dir quin dels dos és l'imant per la manera com interaccionen entre ells?

Fins ara s'ha utilitzat el terme "interacció" per descriure els efectes magnètics entre dos objectes. Discuteix per què creus que es parla d'interacció.



A l'activitat 1.1.1, has classificat els objectes segons el tipus d'interacció que has observat entre ells. No obstant, existeixen altres tipus de materials a part dels imants i dels materials que són atrets pels imants (anomenats ferromagnètics).

Els materials ferromagnètics quan es posen a prop d'un imant són fortament atrets per l'imant i ells també l'atrauen igualment fort. Molts d'aquests objectes estan fets de ferro però també hi ha objectes ferromagnètics fets de níquel o cobalt.

Els materials paramagnètics també són atrets per un imant però la seva interacció amb imants és molt més feble. Es necessiten imants molt potents per poder apreciar aquesta atracció. Alguns exemples de materials paramagnètics són l'alumini i el crom.

Els materials diamagnètics són repel·lits pels imants molt feblement. Alguns exemples de materials diamagnètics són el coure, l'or i la plata.

Exercici 1.1.5. Com a resum d'aquest capítol 1.1., escriu què has après.



POSEU EN COMÚ LES VOSTRES RESPOSTES AMB LA RESTA DE LA CLASSE.

Al capítol 2, examinarem què tenen en comú tots els imants, farem una comparació entre les diferents parts d'un imant i aprendrem a identificar els seus pols.

Experiment 1.2.1. Què tenen en comú tots els imants? Tots es comporten de manera similar davant de cert tipus d'objecte?

Llegeix el que expliquen un grup d'alumnes:

“Avui en arribar a la classe, la profe de ciències ens tenia preparat un experiment per identificar les parts d'un imant. Sempre que fem experiments ens ho passem molt bé i aprenem a raonar i a fer inferències.

La profe ens ha donat tres imants etiquetats pels seus extrems de l'1 al 6 i una misteriosa caixa marcada amb lletres de l'A a la E. La profe ens ha dit que dins de la caixa hi ha una sèrie d'objectes situats justament a cadascun dels punts (A-E) de la mateixa.

La prova consisteix en acostar els extrems de cada imant a les lletres de la caixa i recollir en una taula els resultats de com interacciona cada extrem de cada imants amb cada objecte dels que hi ha a dins de la caixa. Ens ha dit que no val obrir la caixa per veure quin tipus d'objectes hi ha a dins.

Després de fer les observacions corresponents, ha resultat que els extrems 1, 3, i 5 s'han comportat exactament igual davant dels punts A i D.

Què us sembla que podem concloure a partir d'aquests resultats?”

Ara repeteix l'experiment d'aquests alumnes amb la caixa i els imants que us donarà el/a professor/a. Col·loca l'extrem I a prop de cadascun dels cinc punts de prova. Anota les interaccions a la taula següent. Repeteix aquest procediment per cadascun dels altres extrems dels imants.

	IMANT 1		IMANT 2		IMANT 3	
	EXTREM I	EXTREM II	EXTREM III	EXTREM IV	EXTREM V	EXTREM VI
A						
B						
C						
D						
E						



Alguns dels extrems d'aquests imants es comporten de la mateixa manera davant de cada punt de prova? Explica-ho.

Agrupa els extrems I-VI dels imants (1-3) en diferents categories segons les interaccions que tinguin amb els cinc punts de prova. Per fer-ho, pots etiquetar els extrems dels imants amb etiquetes adhesives de colors. Utilitza el mateix color per etiquetar aquells extrems dels imants que es comportin de la mateixa manera davant dels cinc punts de prova.

Quantes categories diferents has pogut identificar?

Experiment 1.2.2. Totes les parts d'un imant es comporten igual davant d'un objecte ferromagnètic?

A. Investiga les diferents parts d'un dels imants de barra utilitzats en l'experiment 1.2.1. per tal de comprovar si un imant atrau igual pel seu centre que pels extrems a un objecte ferromagnètic. Compara breument com interacciona cada part d'un imant amb uns clips o amb altres objectes ferromagnètics petits. Explica com és aquesta interacció amb cadascuna de les parts de l'imant. Pots fer-ho ajudant-te d'un dibuix.

Anota les teves observacions

B. Agafa dos imants de barra etiquetats segons el codi de color que has escollit a l'apartat anterior i comprova com interaccionen els seus extrems de color. Com interaccionen cadascun dels extrems "de color" d'un imant amb cadascuna de les parts d'un altre imant?

C. Respon ara a la pregunta inicial:

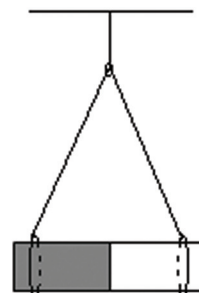
Què tenen en comú tots els imants?

Experiment 1.3.1. Si lliguem un imant amb un fil i el deixem rotar lliurement, què li passa?

Nota: Realitza aquest experiment juntament amb els teus companys/es. No obstant, primer hauries de verificar que el codi de colors dels extrems d'un imant que utilitzeu tots vosaltres és el mateix. Per això posa en comú els codis de colors que has utilitzat en el capítol 1.2., per tal de seguir el mateix codi.

A. Agafa entre sis i vuit imants de barra. Utilitza un dels imants de l'experiment 1.2.1 que ja estigui codificat segons l'esquema de colors per tal d'identificar i codificar els pols dels altres imants.

Lliga tots els imants amb una corda tal com mostra la figura de la dreta i penja cada imant a un lloc diferent de la classe. Mentre esperes que els imants parin de moure's, dibuixa un mapa de la classe que mostri on es troba cada imant.



MAPA DE LA CLASSE

Quan els imants deixin de moure's, anota l'orientació de cada imant, indicant explícitament el "color" de cada pol en el teu mapa. És a dir, indica en quina posició queda parat cada imant. Marca també en el mapa de la classe els punts cardinals.



Observes algun patró d'alineament dels pols magnètics? Respon ara a la pregunta inicial.

Posa atenció en l'entorn de cada imant. Fes una llista de tots els objectes amb els que els imants podrien estar interaccionant.

B. Busca a la classe un objecte fet d'un material ferromagnètic. Torna a lligar i penjar un imant a prop d'aquest objecte.

L'alineament de l'imant s'ajusta al patró que vas observar en l'apartat A pels altres imants penjats? Explica com podries explicar les possibles diferències.

En l'apartat A, tots els imants s'ajustaven al patró d'alineament general? En cas que algun imant no s'ajustés a aquest patró, com podries explicar el seu comportament?

C. Enganxa amb cinta adhesiva un imant de barra sobre la taula i penja un altre imant més petit, d'una corda sobre el primer. Agafa l'imant penjat de manera que cada pol de l'imant suspès estigui inicialment sobre el pol "del mateix tipus" de l'imant enganxat a la taula. Subjecta l'extrem del fil deixant anar l'imant penjat i descriu què succeeix.

Com interpretes el fet que els imants de l'apartat A s'hagin orientat seguint un patró d'alineament?

D. Les observacions que has realitzat en l'apartat A i C es podrien explicar a partir del següent model: Podem pensar que la Terra actua com un gran imant.

Basant-te en aquest model, explica què tenen en comú les situacions dels apartats A i C. (Pista: Imagina't que l'imant enganxat a la taula en l'apartat C fos molt gran i l'imant penjat fos molt petit)

E. Basant-te en el model de la Terra com a imant, quin color assignaries al pol magnètic de la Terra que es troba:

- Cap al Nord geogràfic de la Terra?
- Cap al Sud geogràfic de la Terra?

Explica el teu raonament.



POSEU EN COMÚ LES VOSTRES RESPOSTES AMB LA RESTA DE LA CLASSE



Els pols d'un imant són normalment etiquetats amb els termes pol nord i pol sud. El sistema convencional estàndard consisteix en etiquetar els extrems d'un imant que apunten cap a l'Àrtic (o pol Nord geogràfic) com un "pol nord," i els extrems que apunten cap a l'Antàrtic (o pol Sud geogràfic) com un "pol sud".

Exercici 1.3.2. Si pensem que la Terra es comporta com un gran imant, on estan situats els seus pols magnètics?

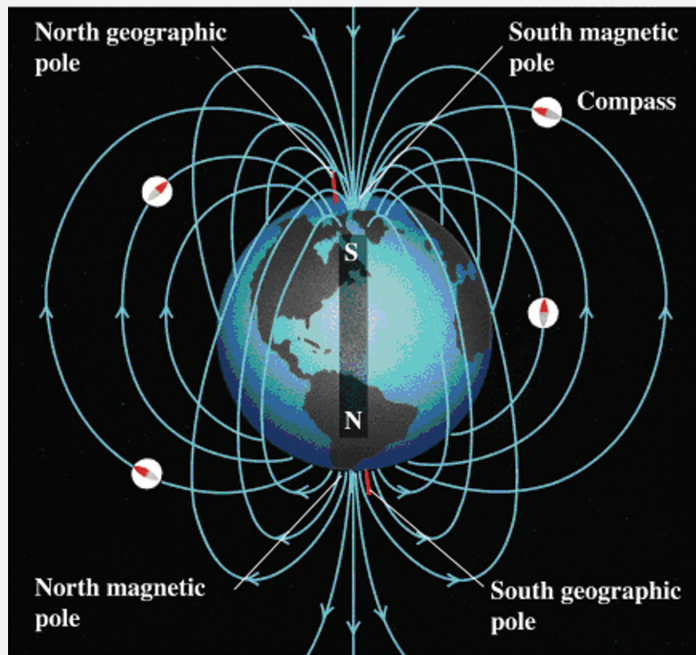
A. Basant-te en aquesta convenció, el pol magnètic de la Terra que està a l'Àrtic (pol nord geogràfic) és un pol nord o un pol sud?

El pol magnètic de la Terra que està a l'Antàrtic (pol sud geogràfic) és un pol nord o un pol sud?

B. Marca els extrems dels teus imants, que havies codificat segons l'esquema de colors, posant "N" o "S" de manera que siguin consistents amb la convenció estàndard.



ELS POLS MAGNÈTICS DE LA TERRA SEMPRE HAN ESTAT A LES MATEIXES LOCALITZACIONS GEOGRÀFIQUES?



Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

Els pols magnètics de la Terra són els punts de la Terra on la interacció magnètica és més forta i estan molt a prop dels punts geogràfics. En contrast, l'equador magnètic de la Terra és la zona neutral on la interacció magnètica és menys forta. A qualsevol punt de la superfície terrestre, quan situem un imant lliure per rotar, observem que sempre acaba prenent una certa direcció de sud a nord. En la superfície de la Terra, la corba que uneix els pols magnètics de la Terra s'anomena meridià magnètic i forma un angle θ amb el meridià (geogràfic). Aquest angle s'anomena declinació magnètica i canvia al llarg del temps, a cada punt del

planeta. La teoria més generalment acceptada que explica el fet que la Terra es comporti com un imant diu que un fluid conductor en moviment (com és el magma terrestre) és capaç de comportar-se com un imant, de la mateixa manera com ho fa la Terra. En la majoria dels llocs, la variació de la declinació magnètica al llarg del temps es deu als canvis en el flux intern del nucli terrestre. En alguns casos, és deguda a dipòsits subterranis de ferro o magnetita en la superfície terrestre, que contribueixen fortament a la declinació magnètica.

Exercici 1.3.3. Com podem orientar-nos i trobar un camí que ens porti a un determinat lloc?

La brúixola és un instrument format per una agulla magnetitzada (és a dir, es comporta com un imant) que té llibertat per rotar. Serveix per indicar aproximadament el sentit del Nord i Sud geogràfics.

Per ajudar-te a entendre el seu funcionament, a continuació utilitzaràs una simulació que pots descarregar des de la pàgina web:

http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Magnet_and_Compass.

A. Quan obris la simulació, selecciona només les opcions “Mostrar planeta Terra” i “Mostrar brúixola” del menú que hi ha a la part dreta de la pantalla.

Col·loca la brúixola en diferents punts del planeta Terra i observa com s’orienta l’agulla de l’imant.

B. Respon a les següents preguntes a partir de les observacions que has fet:

Quin extrem de l’agulla (blanc o vermell) és un pol Nord? Justifica la teva resposta.

Com explicaries el fet que l’agulla de la brúixola s’orienti en un sentit determinat?

Com podries identificar els dos pols d’un imant qualsevol utilitzant una brúixola?

Exercici 1.3.4. Com a resum d’aquest capítol 1.3., escriu les idees principals que has après.



LECTURA INTERESSANT



Hi ha organismes vius (ocells, balenes, tortugues, etc.) que tenen la seva pròpia brúixola biològica, que els ajuda a trobar la seva orientació fent ús del camp magnètic terrestre. Per exemple, els coloms tenen cristalls de ferro o magnetita incorporats en els seus pics, que utilitzen com a petites brúixoles.



Després de sortir de la sorra, les tortugues joves (que no són més grans que el palmell d'una mà humana) troben el seu camí fins al mar, que mai abans havien vist, i neden seguint els trajectes de migració als oceans. Quan arriben a aigües profundes on la formació d'onades ja no els pot servir per orientar-se, llavors utilitzen el camp magnètic. Són capaces de recórrer fins a 15000 km en l'Atlàntic Nord d'aquesta manera abans de retornar a la costa, alguns anys més tard.

Per saber-ne més

Pots trobar més informació a les següents pàgines web:

<http://esoculturapractica.blogspot.com/2008/10/el-sis-sentit-de-les-aus.html>

<http://www.genaltruista.com/notas2/00000655.htm>

http://www.lacanizola.com/palomas_mensajeras/articulos/deteccion_campo/deteccion_campo.htm



**UNITAT 2:
CAMP MAGNÈTIC**

Experiment 2.1.1. Què passaria si en comptes de posar un objecte ferromagnètic a prop d'un imant, s'escampés pols de ferro al seu voltant?

Comprova-ho col·locant un imant de barra sota una làmina de paper gran. Poc a poc escampa llimadures de ferro sobre la superfície del paper. Dóna cops suaus sobre la làmina de paper diverses vegades. Procura que les llimadures de ferro no estiguin en contacte directe amb l'imant. Per això, pots embolicar completament l'imant amb cinta adhesiva.

Anota les teves observacions i fes un dibuix de l'imant de barra i el patró de llimadures de ferro.

Considerant que l'imant interactua més fortament amb les llimadures a la zona on s'observa una major concentració de les mateixes, en quina regió o regions al voltant de l'imant diries que les llimadures de ferro interactuen amb aquest:

- més fortament?
- més feblement?

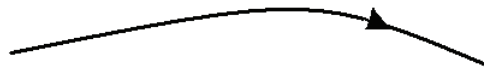
Justifica-ho en cada cas.

Experiment 2.1.2. I què observaries si col·loquessis petites brúixoles al voltant d'un imant?

Per comprovar-ho, col·loca una làmina de paper gran sobre una superfície plana lluny de qualsevol material magnètic o ferromagnètic. Enganxa amb cinta adhesiva un imant de barra al centre del paper i etiqueta els pols nord i sud. Dibuixa esquemàticament el contorn de l'imant en el paper. Sobre el paper, indica la direcció del pol nord magnètic de la Terra.

A. Agafa una brúixola petita i determina quin extrem de l'agulla és el nord. Col·loca la brúixola en un dels angles de la làmina de paper lluny de l'imant i mou la brúixola per sobre fins que estigui molt a prop d'un dels pols de l'imant.

- (1) Fes dos punts sobre el paper: un al final de l'agulla de la brúixola a prop de l'imant, el segon a l'altre extrem de l'agulla.
- (2) Mou la brúixola de manera que l'extrem de l'agulla que estava a prop de l'imant estigui ara directament sobre el segon punt que vas dibuixar abans. Fes un punt sobre el paper a l'altre extrem de l'agulla.
- (3) Continua movent la brúixola com en l'apartat 2 fins que la brúixola torni a l'imant o estigui fora del paper.
- (4) Dibuixa una línia (no necessàriament recta) que uneixi els punts. Sobre la línia, dibuixa una punta de fletxa per indicar la direcció en la qual apunta el pol nord de l'agulla de la brúixola (mira l'exemple següent).



B. Repeteix l'apartat A, començant amb la brúixola col·locada al costat d'una part diferent de l'imant. Fes això almenys 6 vegades més a cada banda de l'imant.

C. Dibuixa el patró de línies que has obtingut.

Què tenen en comú aquest patró i el patró de llimadures de ferro entorn d'un imant que has obtingut a l'experiment 4.1?

D. Si ara haguessis de treure l'imant de sobre del paper i repetir els experiments 4.1 i 4.2 sense l'imant, quin seria el patró de les línies que dibuixaries en aquest cas? Explica-ho. Pots ajudar-te d'un dibuix.



Treu l'imant i comprova la teva resposta. Raona si el patró que obtens en els apartats A i B és degut només a l'imant de barra. On creus que el patró és majoritàriament degut només a l'imant de barra?



A Física s'utilitza el terme camp magnètic per explicar el fet que dos imants (o un imant i un objecte ferromagnètic) separats interaccionen entre sí. El camp magnètic és considerat la regió de l'espai al voltant d'un imant on es poden detectar els efectes de la interacció magnètica (per ex., la interacció entre unes llimadures de ferro o una agulla de brúixola amb un imant). Els físics utilitzen el terme "camp" per definir una regió d'influència. Aquest significat no és molt diferent de l'ús col·loquial que es fa d'aquest terme: quan parlem d'un camp de gespa ens referim a una regió de l'espai on trobem gespa.

Un cop coneixem com és el camp magnètic creat per un imant, podem explicar i predir com es comportarà un objecte fet d'un material ferromagnètic (com les llimadures de ferro o l'agulla d'un imant) quan es col·loqui a prop d'un imant.

Les corbes contínues dibuixades utilitzant els procediments descrits en els experiments 2.1.1. i 2.1.2. són anomenades línies de camp magnètic o línies de força magnètica. El camp magnètic es sol representar per un patró de línies com els que has utilitzat en el dos experiments anteriors.

El patró de llimadures de ferro o el patró d'una agulla de brúixola a prop d'un imant ens ajuda a visualitzar com interactua un imant amb altres objectes ja que ens dona una idea de la direcció i el valor de la força magnètica exercida per un imant sobre un altre objecte.

Experiment 2.1.3. Quin patró de línies de camp magnètic creus que observaries a la zona entre dos imants encarats pels seus pols iguals?

A. Per la següent disposició dels dos imants, dibuixa i justifica la teva predicció pel patró de línies que obtindries si:

- col·loquessis les brúixoles en la regió entre i al voltant dels imants.
- escampessis llimadures de ferro sobre els imants.



B. Agafa dos imants i comprova la teva resposta.



PATRÓ DE LÍNIES DE CAMP MAGNÈTIC AMB BRÚIXOLES



PATRÓ DE LÍNIES DE CAMP MAGNÈTIC AMB LLIMADURES DE FERRO



Com has vist a l'experiment 2.1.3, els patrons per un únic imant poden utilitzar-se també per predir efectes magnètics quan hi és present més d'un imant. En aquest cas, l'efecte dels imants individuals no canvia, però s'ha de tenir en compte l'efecte de cadascun. El patró resultant de les llimadures de ferro o de l'agulla d'una brúixola reflecteix els efectes additius de tots els imants.

Experiment 2.1.4. Tots els imants formen els mateixos patrons de línies de camp magnètic?

Per tal de comprovar-ho, agafa diversos imants que no siguin de barra. Fes un patró de llimadures de ferro per cada imant.

Dibuixa els patrons de línies de camp magnètic que obtinguis. Indica la regió o regions on cada imant interactua amb les llimadures de ferro més fortament.



PATRÓ DE LÍNIES DE CAMP MAGNÈTIC



PATRÓ DE LÍNIES DE CAMP MAGNÈTIC

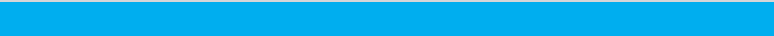
Quines semblances i diferències trobes entre aquests patrons de línies de camp?



Com has pogut comprovar al llarg d'aquest capítol, els imants creen un camp magnètic al seu voltant. No obstant, a l'activitat 2.1.1. vas poder comprovar que un imant no interactua amb les llimadures de ferro amb la mateixa força a qualsevol punt de l'espai. Podem dir doncs, que el camp magnètic produït per un imant en un punt de l'espai és més o menys intens depenent de la quantitat de línies de camp magnètic que passin per aquell punt concret. Per tal de mesurar aquesta intensitat del camp magnètic produït per un imant en un punt de l'espai, disposem de diversos aparells. Un dels instruments que pots utilitzar és un sensor de camp magnètic, com el de la imatge.



Aquest sensor, connectat a l'ordinador a través de la consola Multilog, permet mesurar el camp magnètic produït per un imant qualsevol en un punt determinat de l'espai. La unitat en que es mesura la intensitat de camp magnètic és el tesla (T) en el S.I. i el gauss (G) en el sistema CGS. L'equivalència entre una i altra unitat és: $1T = 10000 G$. Per exemple, el valor de la intensitat de camp magnètic de la Terra és d'uns 0,5 G.



**UNITAT 3:
MODEL DE
MATERIAL
MAGNÈTIC**

Exercici 3.1.1. Com podem determinar si un imant és més potent que un altre?

El Carles i la Maria tenen cadascun un imant cilíndric, que mesura 12cm de longitud i 1cm de diàmetre. Alguna vegada han discutit quin dels dos imants és més potent. Descriu un procediment que ells puguin seguir per determinar quin dels dos imants és més potent i digues les unitats de mesura. Pots ajudar-te d'un dibuix.



Experiment 3.1.2. Dos imants idèntics en aparença són necessàriament igual de potents? La grandària d'un imant fa que aquest sigui més o menys potent?

A. A continuació, faràs un experiment per comparar la força que exerceixen diferents imants sobre un objecte ferromagnètic. Per això, agafa diversos imants amb grandàries i formes diferents. Utilitza una brúixola per identificar els pols nord i sud de cada imant. Etiqueta'ls com "N" i "S."

A la primera columna de la taula següent, dibuixa cadascun dels imants. Indica les dimensions de cada imant en el teu dibuix així com les localitzacions dels pols.

Utilitza el mètode que has descrit a l'exercici 3.1.1. per determinar quina força exerceix cadascun dels pols de cada imant sobre l'objecte escollit. Anota els teus resultats.

DIBUIX DE L'IMANT	FORÇA QUE FA EL POL NORD DE L'IMANT	FORÇA QUE FA EL POL SUD DE L'IMANT

B. Respon a les següents preguntes basant-te en els resultats de l'experiment de l'apartat anterior. Si cal, realitza altres experiments que consideris necessaris.

Un imant més gran és necessàriament més potent (o menys) que un imant més petit?

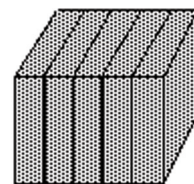
Consideres que els pols nord i sud d'un mateix imant interaccionen sempre amb la mateixa força amb els objectes ferromagnètics? Com podries explicar-ho a partir dels teus resultats experimentals?



POSEU EN COMÚ ELS RESULTATS OBTINGUTS FINS ARA AMB LA RESTA DE LA CLASSE.

Experiment 3.2.1. Com podem construir imants més grans a partir d'imants petits?

- A.** Agafa un conjunt de petits imants que estiguin apilats en un paquet d'imants, com el que es mostra a la dreta.



Explora les propietats magnètiques d'aquest paquet. Identifica les similituds i diferències entre el comportament del paquet d'imants i el que tenia un imant de barra.

El paquet d'imants es comporta de la mateixa manera que un únic imant? Si és així, localitza els pols nord i sud i indica les localitzacions en un diagrama. En cas negatiu, en què es diferencia el comportament del paquet d'imants del d'un únic imant? Examina també la interacció entre uns clips i el centre de la pila d'imants (just al punt central entre els dos extrems). Descric els teus resultats i compara'ls amb els resultats obtinguts a l'activitat 1.2.2.

- B.** Trenc el paquet d'imants per la meitat. Examina els dos extrems de cada meitat del paquet d'imants. Cada meitat té un pol nord i un pol sud? En cas afirmatiu, on estan localitzats els pols?

Experiment 3.2.2. Si un imant es trenca, com es comporta cadascun dels trossos?

- A.** En aquest experiment examinaràs què succeeix quan un imant es trenca en peces més petites. Prova a trencar un imant en dues parts i comprova amb una brúixola com es comporta cadascuna d'aquestes parts que has obtingut pels seus extrems.
- B.** No obstant, en comptes de trencar un imant utilitzaràs el paquet d'imants de l'experiment 3.2.1. Justifica si creus que és adequat utilitzar un paquet d'imants enlloc de trencar un imant sencer en trossos més petits.

- C.** El paquet d'imants està format per diversos imants individuals, cadascun d'ells amb els seus pols nord i sud. Quan els imants individuals formen part del paquet d'imants, continuen tenint dos pols? Com t'ho expliques?

Experiment 3.2.3. Si el nombre d'imants d'un paquet augmenta, la força que exerceix el paquet d'imants sobre un objecte també augmenta?

A continuació hauràs de comprovar si la força que exerceix un paquet d'imants sobre un objecte és més gran, més petita o igual que la que exerceix un sol imant.

Per tal de fer aquesta comprovació, utilitzaràs imants petits idèntics.

A. Mesura la força exercida pels pols d'un imant individual seguint el procediment de l'experiment 3.1.1. i anota els teus resultats a la primera línia de la taula següent. Després, col·loca dos dels imants junts per formar un paquet d'imants. Repeteix l'experiment anterior, però aquesta vegada mesurant la força que exerceixen els pols del paquet d'imants. Vés afegint un imant al paquet cada vegada. A cada pas, mesura la força que fa el paquet d'imants resultant. Anota els teus resultats.

NOMBRE D'IMANTS	PAQUET D'IMANTS	
	POL NORD	POL SUD
1		
2		
3		
4		
5		
6		

B. Dibuixa una gràfica de la força que fan els pols del paquet d'imants en funció del nombre d'imants que formen el paquet. Representa gràficament la força exercida pels dos pols del paquet en la mateixa gràfica. Posa-li un nom a la teva gràfica i als eixos.





Describeu la gràfica que heu representat de la variació de la força exercida pel paquet d'ímants a mesura que es van afegint ímants, un rere l'altre.

La força exercida pel paquet d'ímants és igual a la suma de les forces que fan els ímants individuals que formen el paquet? Com ho pots explicar a partir de la gràfica?

La força exercida pel paquet d'ímants augmentarà indefinidament a mesura que anem afegint ímants (és a dir, podries fer un paquet d'ímants tan potent com volguessis només afegint ímants) o la força sembla arribar a una valor límit? Explica-ho.

Experiment 3.2.4. Quina disposició possible entre dos imants exerceix una major força sobre un objecte?

A. Col·loca dos imants de barra junts segons les diferents col·locacions que mostren les imatges de la taula següent. Comprova si cadascuna de les següents disposicions dels imants és estable, és a dir, si els dos imants poden romandre junts sense repel·lir-se. En cas negatiu, utilitza una goma o cinta adhesiva per mantenir junts els dos imants. Utilitza el procediment de l'experiment 3.1.1. per determinar la força que exerceix cada extrem o cara d'aquest petit paquet d'imants.

B. Anota les teves observacions a la taula següent:

TIPUS DE PAQUET	ÉS ESTABLE AQUESTA DISPOSICIÓ DELS IMANTS?	FORÇA EXERCIDA PER UN EXTREM O CARA	FORÇA EXERCIDA PER L'ALTRE EXTREM O CARA

C. En aquest experiment, has fet paquets de dos imants amb els pols iguals junts i, també, amb els pols oposats junts. Quina d'aquestes disposicions dels dos imants dóna lloc a un paquet d'imants més potent?

En resum, experimentalment has pogut comprovar que:

- La disposició de dos imants tipus més / menys potent que la disposició tipus

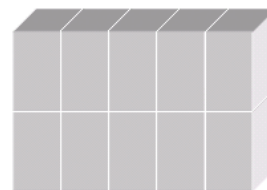
- La disposició de dos imants tipus és més / menys potent que la disposició tipus



POSEU EN COMÚ ELS RESULTATS OBTINGUTS FINS ARA AMB LA RESTA DE LA CLASSE.

Exercici 3.3.1. Quina disposició d'imants forma un paquet d'imants més potent?

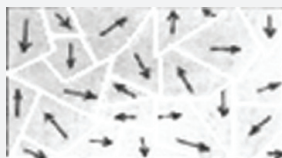
Imagina deu imants petits configurats per fer un paquet d'imants més gran tal com mostra la imatge. Dibuixa com disposaries aquests imants per tal de fer un paquet d'imants el més potent possible.



Justifica el teu dibuix.



A aquestes alçades, segurament has començat a formar-te una idea de com es comporten els imants, que t'ajudi a donar sentit a les teves observacions. Algunes observacions importants que has fet són les relacionades amb el comportament dels imants quan es trenquen o s'ajunten en paquets. Un model que pot ajudar-te a explicar aquestes observacions i a predir-ne altres de similars consisteix en la representació d'un imant com una col·lecció de moltes peces més petites, cadascuna actuant com un imant diminut. Cadascuna d'aquestes peces més petites que actuen com imants individuals i formen part d'un imant sencer són anomenades dominis magnètics. Podem representar un imant a nivell microscòpic de la següent manera:



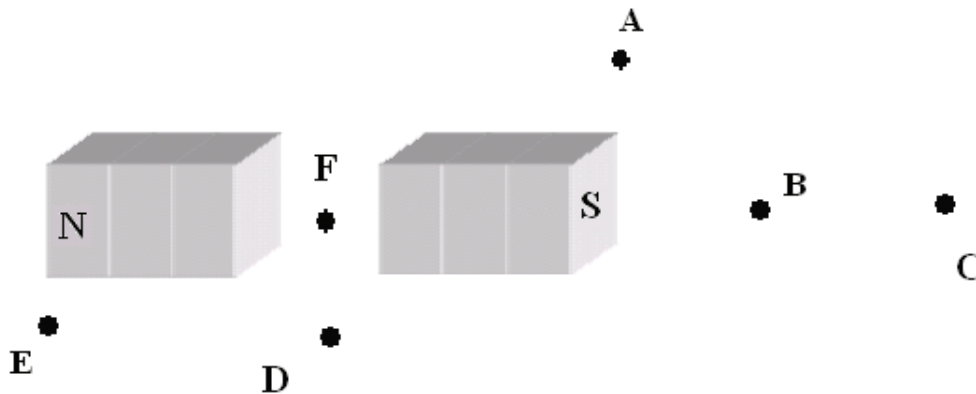
Cadascuna de les fletxes indica la direcció i sentit de magnetització de cada domini magnètic de l'interior d'un imant. Per tant, els efectes magnètics d'un imant de barra poden ser imaginats com l'efecte additiu de moltes interaccions que tenen lloc entre les petites peces magnètiques que formen l'imant de barra. És a dir, si dos dominis magnètics estan alineats en la mateixa direcció però en sentits contraris, els seus efectes es contraresten. En canvi, si estan alineats en la mateixa direcció i sentit, els seus efectes magnètics es sumen. Per aquest motiu, la diferència entre un objecte fet de material ferromagnètic ordinari (sense magnetitzar) i un magnetitzat (imant) es troba en l'alineació dels seus dominis.

Experiment 3.3.2. Com són les línies de camp magnètic dins d'un imant?

En aquest experiment estudiarem com es comporten un conjunt de brúixoles quan es posen a prop d'un imant de barra i una brúixola si fos possible posar-la dins de l'imant.

- A.** Agafa alguns imants petits i col·loca'ls junts per formar un paquet d'imants. Separa el paquet d'imants per la meitat, de manera que puguis posar la brúixola en el centre d'aquest paquet (punt F). Tots els imants haurien de tenir la mateixa orientació. Col·loca el paquet d'imants sobre una làmina de paper gran.

Utilitza una brúixola per mostrar la direcció de les línies de camp magnètic en els punts A-E. Dibuixa una fletxa per mostrar la direcció a cadascun dels punts.



- B.** Utilitza la brúixola per investigar la direcció i sentit de les línies de camp magnètic en el punt F. Compara la direcció i sentit de les línies de camp magnètic en el punt F i D. Descriu les semblances i diferències. Com t'expliques que l'agulla de la brúixola s'alineï de la manera que ho fa en aquests dos punts?

- C.** Un cop has comparat com s'alineï l'agulla de la brúixola al punt D i al punt F, quines són les teves conclusions d'aquest experiment sobre la direcció de les línies de camp magnètic dins d'un imant de barra?

D. Segons aquestes observacions i el model de material magnètic abans descrit, com creus que estan alineats els dominis magnètics dins d'un imant?



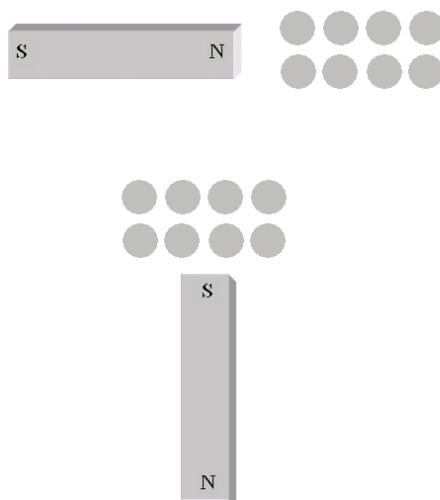
Algunes de les observacions que has fet en aquest capítol estan relacionades amb la interacció entre imants i materials ferromagnètics. Vas veure que els objectes fets de materials ferromagnètics poden magnetitzar-se quan els col·loquem a prop d'un imant, la qual cosa significa que els dominis d'aquest material s'orienten en la mateixa direcció i sentit. També has observat que el centre d'un imant, que no és un pol, és atret cap als pols d'altres imants. Aquests fets suggereixen que els imants permanents estan fets de materials ferromagnètics. Això ha de tenir-se en compte en el model de material magnètic que estem desenvolupant.

Experiment 3.3.3. Com es comporten, microscòpicament, els materials ferromagnètics?

En aquest experiment explorarem com es comporten un conjunt de brúixoles quan es col·loquen a prop d'un imant de barra. Imagina que el conjunt de brúixoles representa un objecte ferromagnètic i cadascuna de les brúixoles que en formen part correspon a un domini magnètic.

A. Agafa entre 6 i 8 brúixoles petites i col·loca-les a prop. Inicialment, totes les brúixoles apunten en la mateixa direcció?

B. Posa l'extrem nord d'un imant de barra al costat d'un conjunt de brúixoles tal com mostren les dues imatges de la dreta. Dibuixa l'alineament de cada brúixola per cadascuna de les col·locacions de l'imant.

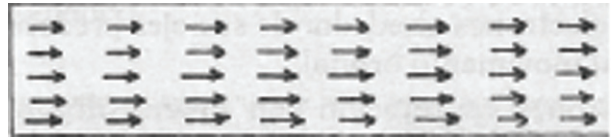
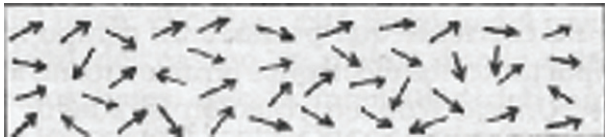


C. Repeteix l'apartat B amb l'imant girat (apropant el pol sud)



Fins ara, hem estat imaginant-nos els imants com si estiguessin formats per molts imants petits. Podem pensar en els materials ferromagnètics de la mateixa manera. Podem explicar les interaccions entre imants i objectes fets de materials ferromagnètics pensant que els dominis magnètics que formen els materials ferromagnètics són lliures per rotar com l'agulla d'una brúixola quan altres imants estan a prop i, per tant, poden d'alinejar-se en una determinada direcció i sentit.

Segons aquest model, quina de les dues representacions següents creus que correspon a un material poc magnetitzat i a un molt magnetitzat?



Quin dels dos materials creus que es comportarà com un imant més potent?

Exercici 3.2.4. Quan té propietats magnètiques un material ferromagnètic?

Utilitza el model dels materials ferromagnètics per explicar els següents fenòmens. Pots fer un dibuix o esquema per tal de representar a nivell microscòpic els materials ferromagnètics.

A. Un objecte ferromagnètic que no està inicialment magnetitzat és atret cap a un imant.



B. Els objectes ferromagnètics que no estan magnetitzats no són atrets per un altre objecte ferromagnètic no magnetitzat.



Experiment 3.3.5. Com pot un imant magnetitzar una barra feta de material ferromagnètic?

A. Un imant de barra es col·loca a prop d'una barra ferromagnètica, tal com es mostra a sota.



Prediu el patró de línies de camp magnètic per aquesta disposició. Suposa que inicialment la barra ferromagnètica no està magnetitzada. Fes un dibuix de la teva predicció i explica el teu raonament.



Comprova la teva resposta utilitzant una brúixola o llimadures de ferro.

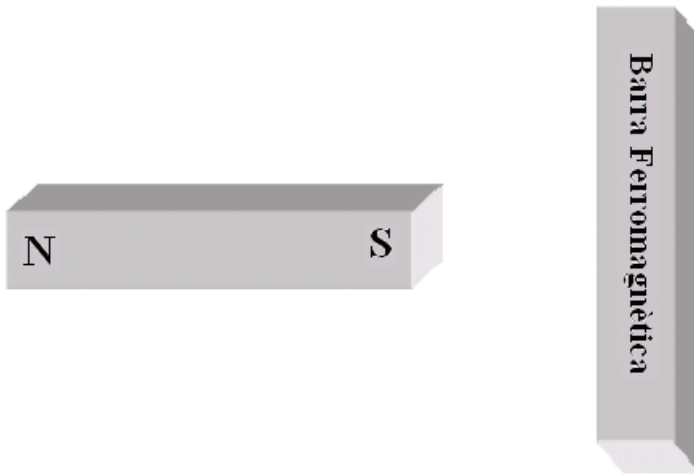


B. Prediu quins canvis hi hauria (en l'apartat A) si la barra ferromagnètica estigués invertida.

Explica-ho.

C. Prediu el patró de línies de camp magnètic quan la barra ferromagnètica estigui col·locada tal com es mostra a la imatge de sota.

Explica el teu raonament.



Per comprovar la teva resposta realitza l'experiment utilitzant una brúixola o llimadures de ferro.

En resum, de quina manera afecta l'imant als dominis magnètics que formen la barra ferromagnètica?

Exercici 3.3.6. Com podem explicar els següents fenòmens a partir del model de material magnètic?

A continuació tens una sèrie d'observacions que una altra persona ha fet mentre feia experiments amb imants. Utilitza el model que has elaborat per tal d'explicar les seves observacions. Explica el teu raonament en cada cas, ajudant-te de representacions gràfiques del model. Segurament et serà útil el CD d'animacions que et proporcionarà la teva professora.

A. L'agulla d'una brúixola a prop d'un imant pot invertir la seva polaritat, és a dir, el pol N pot passar a ser pol S i al revés.

B. Un objecte ferromagnètic es magnetitza quan es col·loca a prop d'un pol d'un imant.

C. Una barra de ferro que inicialment no està magnetitzada pot convertir-se en un imant quan es colpeja amb un martell i la barra està alineada amb els pols magnètics de la Terra.

Com pots explicar la polaritat resultant de la barra?

Per què creus que ajuda el fet de colpejar la barra?

D. Els objectes ferromagnètics grans que s'han deixat en una habitació durant molt de temps sovint tenen pols nord i sud.

E. Un imant pot perdre les seves propietats magnètiques quan és escalfat per sobre d'una determinada temperatura.

Exercici 3.3.7. Apliquem el model de material magnètic

Utilitza el teu model de material magnètic per respondre a les següents preguntes.

A. Com pots explicar que uns imants siguin més potents que altres?

B. Què li passarà a un imant potent si se'l deixa caure a terra unes quantes vegades?

C. Suposa que tinguessis una font d'un camp magnètic molt intens.

Com podries utilitzar el camp magnètic per fer un imant a partir d'un objecte ferromagnètic?

D. Creus que existeix un límit de força que pot exercir un imant fet d'un determinat material?

Experiment 3.3.8. Com afecten diferents materials en el camp magnètic creat per un imant?

Agafa un suport, dues pinces, un fil o corda, un imant fort, i un objecte ferromagnètic (per ex., clip). Prepara el muntatge tal com mostra la imatge. Fes que la corda sigui tan curta com puguis sense que el clip caigui.

Col·loca objectes molt prims fets de diversos materials entre l'imant i el clip de paper.

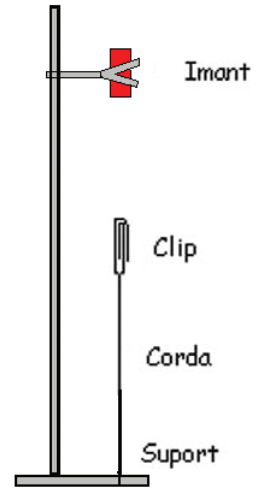
Quins tipus de materials fan que el clip caigui i quins no?

.....

.....

.....

.....



Com explicaries el comportament del clip quan es col·loquen els materials ferromagnètics entre l'imant i el clip?

Explica-ho basant-te en el model dels dominis dels materials magnètics.

.....

.....

Exercici 3.3.9. Com a resum d'aquest capítol 7, escriu les idees principals que has après.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



POSEU EN COMÚ LES VOSTRES RESPOSTES AMB LA RESTA DE LA CLASSE



**UNITAT 4:
ELECTROMAGNETISME**

La relació entre l'electricitat i el magnetisme

Abans del 1820, l'únic magnetisme conegut era el dels imants de ferro i els de calamita o magnetita. Això va canviar gràcies a un professor de ciències poc conegut de la Universitat de Copenhaguen, Dinamarca, Hans Christian Oersted.

Al 1820, Oersted va preparar una classe de ciències per a uns estudiants de la Universitat. Va planificar la demostració de l'escalfament d'un cable degut a un corrent elèctric, i també algunes demostracions de magnetisme, per a les quals havia preparat una agulla de brúixola posada sobre una suport de fusta. Però, en cap moment es va imaginar que el que li acabaria passant...



Experiment 4.1.1. Experiment d'Oersted

A. Què creus que va observar Oersted en apropar a la brúixola un cable que conduïa corrent elèctric?

B. Fem l'experiment!

Connecta el cable a una pila seguint les indicacions del professor. Poc a poc, apropa el cable a la brúixola, col·locant-lo paral·lel a l'agulla de la mateixa. Observa què passa.



PRECAUCIÓ! QUAN CONNECTIS EL CABLE A LA PILA, EL CABLE I LA PILA PODEN ESCALFAR-SE. PER AQUEST MOTIU, PROCURA NO CONNECTAR ELS CABLES EXCEPTE EN ELS BREUS PERÍODES DURANT ELS QUALS ESTIGUIS FENT OBSERVACIONS.

C. Fes un dibuix per mostrar com està orientada la brúixola abans de connectar els cables a la pila. A continuació, connecta els cables a la pila breument i observa el comportament de l'agulla de la brúixola. Després desconnecta els cables i anota les teves observacions.





DIBUIX ABANS DE CONNECTAR ELS CABLES A LA PILA

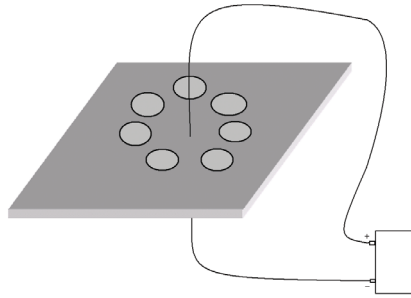


DIBUIX DESPRÉS DE CONNECTAR ELS CABLES A LA PILA

D. Per què creus que s'ha orientat l'agulla de la brúixola quan hem tancat el circuit connectant els cables a la pila?

Experiment 4.1.2. Com són les línies de camp magnètic que crea un cable pel que circula corrent elèctric?

Per tal de comprovar com és el patró de línies de camp magnètic creat pel corrent elèctric que circula per un cable, pots preparar el següent experiment. Utilitza un suport i una pinça per sostenir una peça de cartró horitzontalment tal com mostra la imatge. Després passa el filferro a través d'un forat en el cartró i connecta el cable a una pila. Col·loca diverses brúixoles petites sobre el cartró entorn del cable.



A. Com varia la intensitat del camp magnètic al voltant del cable amb la distància al cable?

Digues com ho podries justificar.

Fes un dibuix de les línies de camp magnètic a prop del cable per on circula el corrent elèctric.





Explica per què has decidit dibuixar les línies de la manera com ho has fet.

Explica en què es distingeixen les línies de camp que has dibuixat de les d'un imant de barra.

Compara el camp magnètic produït pel corrent elèctric que circula per un cable amb els camps magnètics produïts per altres objectes, com per exemple el d'un imant de ferradura o el d'un parell d'imants de barra. Algun d'aquests camps magnètics estudiats abans és similar al camp magnètic produït pel corrent elèctric que circula per un cable?

Explica com has tingut en compte el camp magnètic de la Terra.

B. Connecta els cables a la pila de manera inversa i repeteix l'apartat B.

Anota les teves observacions

Dibuixa el patró de línies de camp magnètic produït pel corrent elèctric que circula pel cable en aquest cas.



Com afecta el fet de connectar els cables a la pila de manera inversa al camp magnètic produït pel corrent elèctric circulant pel cable?

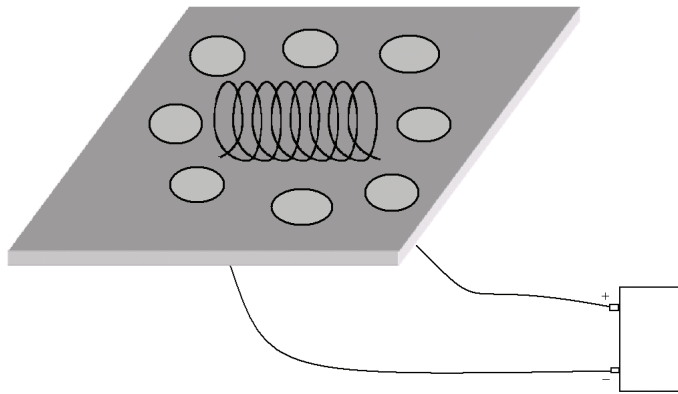


POSA EN COMÚ ELS TEUS RESULTATS AMB ELS TEUS COMPANYS I EL/LA PROFESSOR/A.

En el capítol anterior vas estudiar com era el camp magnètic produït pel corrent elèctric que circula per un cable. En aquest capítol investigaràs com afecta al camp magnètic la manera com estigui configurat o disposat el cable.

Experiment 4.2.1. Com són les línies de camp magnètic que crea una bobina per la qual circula corrent elèctric?

Agafa un tros de cable aïllat de 20 cm i envolta amb ell un llapis. Treu el llapis i col·loca la bobina de cable sobre el cartró de l'experiment 4.1.2. Connecta la bobina a una pila refredada a través de dos forats en el cartró. Col·loca diverses brúixoles entorn de la bobina tal com es mostra a la imatge següent.



A. Abans de que connectis els cables a la pila, dibuixa la bobina i les brúixoles. Dibuixa fletxes per mostrar les orientacions de les agulles de les brúixoles quan el circuit està obert. A continuació, tanca un moment el circuit. Ràpidament observa les orientacions de les agulles de les brúixoles, i torna a obrir el circuit. Fes un dibuix de la bobina. Indica la direcció del corrent a través de cada volta de la bobina. Dibuixa petites fletxes per mostrar les orientacions de les agulles de la brúixola entorn de la bobina.



DIBUIX ABANS DE CONNECTAR ELS CABLES A LA PILA



DIBUIX DESPRÉS DE CONNECTAR ELS CABLES A LA PILA

Dibuixa línies per representar el camp magnètic produït per la bobina per on circula un corrent elèctric. Fes el dibuix basant-te en les teves observacions de les agulles de les brúixoles.



LÍNIES DE CAMP MAGNÈTIC ENTORN D'UNA BOBINA PER ON CIRCULA UN CORRENT

Què tenen en comú aquestes línies de camp amb aquelles de l'imant de barra?

Podries identificar un pol nord i sud de la bobina que condueix el corrent? Explica el teu raonament.

B. Suposa que volguessis substituir la bobina que condueix el corrent per un imant que produeix un camp magnètic similar.

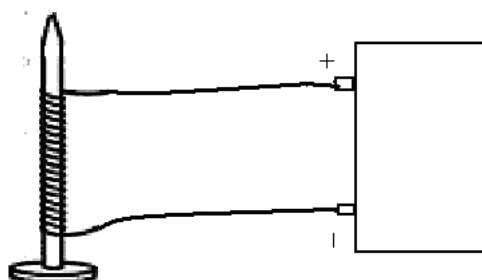
Describeu o dibuixeu la localització aproximada dels pols de l'imant i la intensitat i la direcció del camp magnètic.

C. Connecta els cables a la pila de manera inversa en el circuit i repeteix l'apartat B.

Describeu en què es distingeixen les línies de camp magnètic en aquest cas de les que vas dibuixar en l'apartat A, ajudant-te d'un dibuix si cal.

Experiment 4.2.2. Com es pot fer un imant a partir d'una bobina per la qual circula un corrent elèctric?

Posa un tros de cable aïllat al voltant d'un objecte ferromagnètic (per ex., un clau) que no sigui un imant permanent. Connecta el cable a la pila tal com mostra la imatge. Utilitza una pila refredada per aquest experiment. No tanquis el circuit encara.



A. Mentre el circuit estigui obert, posa el clau a prop d'uns quants clips. Si el clau atrau els clips, troba un altre clau que no sigui un imant perquè significarà que el clau ja estava magnetitzat inicialment.

B. Posa el clau a prop d'alguns clips i després tanca el circuit.

Describeix les teves observacions

Mentre el circuit està tancat, el clau atrau els clips? En cas afirmatiu, quants clips pot agafar el clau?

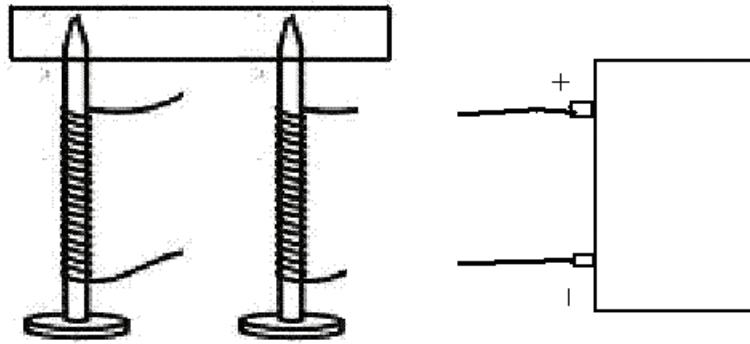
Els clips són atrets pel clau fins i tot quan s'obre l'interruptor? En cas afirmatiu, el clau agafa tants clips com quan l'interruptor estava tancat?

C. Posa un cable aïllat al voltant d'un clau, en sentit antihorari, començant des del cap del clau. Utilitza un altre clau i repeteix el procés, aquesta vegada posant el cable en sentit horari (des del cap fins a la punta). Creus que la polaritat dels dos electroimants serà diferent?

D. Connecta els dos claus a una pila. Connecta el terminal positiu de la pila a l'extrem final de la bobina, on està el cap del clau. Tanca momentàniament el circuit i determina els pols dels electroimants utilitzant un imant permanent. Escriu les teves observacions.

Experiment 4.2.3. Com es pot fer moure un imant utilitzant electroimants?

A. Prepara dos electroimants; segueix el mateix procediment d'abans. Després, clava'ls en una peça de fusta o porexpan, tal com mostra la següent imatge.



Com haurien d'estar connectats aquests electroimants amb la pila i entre ells, per tal que els extrems dels claus tinguin diferents polaritats.

Dibuixa la connexió correcta i després realitza l'experiment.

Explica el teu raonament.

B. Agafa un imant pla i identifica els pols. Col·loca l'imant a sobre de la superfície de fusta a una distància igual entre els dos electroimants. Tanca momentàniament el circuit. Anota les teves observacions.

C. Canvia la direcció del corrent en el circuit invertint la connexió dels cables a la pila. Tanca un moment el circuit.

Explica el moviment de l'imant.



POSEU EN COMÚ ELS RESULTATS OBTINGUTS FINS ARA AMB LA RESTA DE LA CLASSE



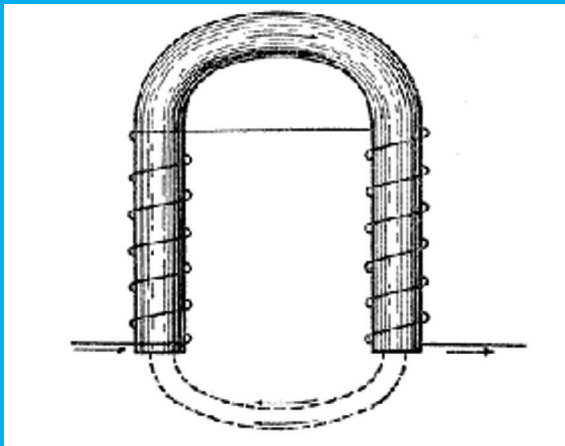
LECTURA INTERESSANT



ELECTROIMANTS

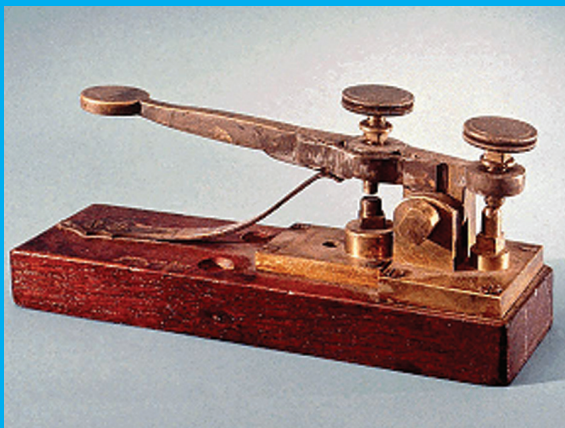
Un electroimant és un aparell en el qual el magnetisme es produeix per un corrent elèctric.

Un electricista britànic, William Sturgeon va inventar l'electroimant l'any 1825. El primer electroimant va ser una peça de ferro amb forma de ferradura que estava envoltada per una bobina, amb diverses voltes. Quan passava un corrent a través de la bobina, la peça de ferro s'imantava i quan deixava de passar corrent, la bobina es desimantava. Sturgeon va demostrar la força que exercia aquest electroimant aixecant un cos d'uns 4kg amb una peça de ferro d'un quart de kilogram aproximadament envoltada amb cables a través dels quals circulava un corrent produït per una única pila.



Electroimant de ferradura

Sturgeon va poder regular el seu electroimant. Aquest va ser l'inici de l'utilització de l'energia elèctrica per fer màquines útils i control·lables i va establir els fonaments per les comunicacions electròniques a gran escala.



Cinc anys més tard l'inventor Joseph Henry va fer una versió molt més potent de l'electroimant. L'americà Joseph Henry (1797-1878) va demostrar el potencial de l'aparell de Sturgeon per les comunicacions a llarga distància enviant un corrent elèctric al llarg de 1,5 km de cable per activar un electroimant que va fer sonar una campana. D'aquesta manera va néixer el telègraf elèctric.

Exercici 4.3.1. Quins factors afecten a la força que exerceix un electroimant?

L'Andreu i el Jaume han construït dos electroimants diferents seguint el procediment descrit en el capítol 4.2.2. L'electroimant construït pel Jaume pot atraure 5 clips mentre que el de l'Andreu pot atraure 8 clips. L'Andreu i el Jaume estan discutint sobre què podria causar tal diferència en la força exercida per cadascun dels dos electroimants.



Jaume: “Jo crec que el factor que afecta a la força exercida per l'electroimant és el nombre de voltes de la bobina”



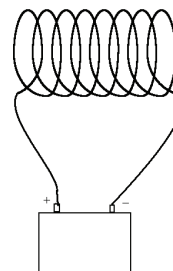
Andreu: “Pot ser que tinguis raó... Però, jo crec que el factor més important és la longitud del cable utilitzat en la bobina”

Estàs d'acord amb el Jaume, amb l'Andreu, amb els dos o amb cap d'ells? Raona la teva resposta.

Exercici 4.3.2. Disseny d'un experiment

Per tal d'analitzar els factors que afecten a la força exercida per un electroimant sobre uns clips, l'Andreu i el Jaume han dissenyat l'experiment següent:

Han connectat el cable de la bobina a una pila refredada tal com mostra la imatge. Amb un sensor de camp magnètic, han determinat com li afecten diferents canvis a la intensitat i direcció del camp magnètic a prop dels extrems de la bobina. En cada cas, han tancat el circuit momentàniament.



L'Andreu i el Jaume han pensat fer els següents canvis en el muntatge: afegir diversos elements al circuit (per ex., una altra pila o una petita resistència), canviar la llargada o nombre de voltes del cable de la bobina, posar diversos materials dins de la bobina (per ex., un llapis o un clau).

Comproveu també vosaltres quin(s) canvi(s) dels que han pensat l'Andreu i el Jaume produeixen un efecte significatiu sobre la intensitat del camp magnètic creat pel corrent elèctric que circula per la bobina.

Escull una de les variables que han identificat i descriu amb molta precisió un possible experiment que et permeti determinar si aquesta variable realment afecta a la intensitat del camp magnètic creat per l'electroimant.

En ciències, sovint tractem de dissenyar i conduir experiments vàlids que ens permetin determinar si un factor afecta a altre. Abans de procedir a realitzar un experiment, podria ser útil formular una pregunta investigable i clara. Una pregunta investigable pot ser expressada de la manera següent:

La **VARIABLE A** afecta a la **VARIABLE B**?

Exercici 4.3.3. Formulació d'una pregunta de recerca

Formula una pregunta investigable rellevant amb la variable que has decidit investigar.

La variable afecta a la variable?

Exercici 4.3.4. Control de variables

En qualsevol experiment, algunes de les variables necessiten **MANTENIR-SE CONSTANTS**, i altres han de ser **MESURADES O MODIFICADES**. Omple la taula següent especificant els factors que s'han de mantenir constants i els que s'han de mesurar i modificar per tal de poder fer l'experiment per respondre la teva pregunta de recerca. Selecciona els factors que posaràs a cada columna de manera que puguin conduir-te a un experiment vàlid que et permeti respondre la pregunta de manera fiable.

FACTOR(S) QUE MODIFICARÀS	FACTOR(S) QUE MANTINDRÀS CONSTANT(S)	FACTOR(S) QUE MESURARÀS

Si volem que un experiment ens porti a conclusions vàlides hauríem de modificar una variable cada vegada, assegurant-nos així que mantenim la resta de factors constants i mesurem només una de les altres variables.

Exercici 4.3.5. Preparació del teu experiment

Què necessites fer per tal de modificar la Variable A del teu experiment?

.....

.....

.....

Com mesuraràs la Variable B en els teus experiments?

.....

.....

.....



Com asseguraries que estàs mantenint constants la resta de variables que podrien afectar al resultat de l'experiment?

Experiment 4.3.6. Fes el teu experiment

Prepara i realitza l'experiment que has dissenyat.

Utilitza l'espai que tens a continuació per fer una taula i anota les teves mesures.

Què suggereixen els resultats d'aquest experiment respecte a la pregunta de recerca que vols respondre?

Exercici 4.3.7. Quan podem dir que un experiment és vàlid?

A continuació tens la descripció d'un experiment dissenyat per un grup d'estudiants que volien respondre la pregunta "el nombre de voltes d'una bobina afecta a la força exercida per l'electroimant?"

"Per tal de respondre aquesta pregunta hem construït dos electroimants. La bobina en el primer tenia 10 voltes mentre que l'altre tenia 20 voltes. Vam utilitzar el mateix tipus de cable però el nucli dels dos electroimants era diferent. Pel primer electroimant vam utilitzar un clau de ferro mentre que en l'altre es va utilitzar un clau d'acer. Els nostres resultats van demostrar que l'electroimant amb el clau de ferro atreïa més clips que l'altre. Això suggereix que el nombre de voltes afecta a la força exercida per l'electroimant"



Consideres que l'experiment descrit és vàlid? Raona la teva resposta.

En cas que consideris que aquest experiment no és vàlid, suggereix possibles maneres de fer-lo vàlid.

Exercici 4.3.8. Dissenyem un altre experiment

Escull una altra variable que vulguis comprovar i formula una segona pregunta de recerca.

Dissenya un experiment per tal de poder respondre aquesta pregunta:

- Modificarem la següent variable: _____
- Mantindrem constant les següents variables: _____
- Mesurarem la següent variable: _____

Experiment 4.3.9. Realitza l'experiment

Prepara i realitza l'experiment que has dissenyat.

Utilitza l'espai que tens a continuació per fer una taula i anotar les teves mesures.

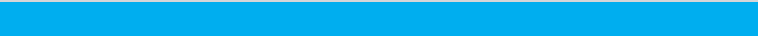


Quina conclusió pots treure dels resultats del teu experiment?

Explica quin procediment general hauries de seguir per tal de respondre una pregunta de recerca del tipus “La variable A afecta a la variable B?”.



COMPROVA EL TEU RAONAMENT AMB EL/LA PROFESSOR/A.



**UNITAT 5:
PROJECTE DE
DISSENY I
CONSTRUCCIÓ D'UN
TREN
ELECTROMAGNÈTIC**



Diagrama del procés de disseny

La metodologia per dissenyar el teu tren i per construir els teus models podria ser resumida seguint el següent diagrama d'un procés de disseny.

1. A la primera etapa del procés de disseny, s'hauria de formular el problema d'una manera específica, basant-se en la descripció del context.
2. S'haurien d'anotar les especificacions detallades de la solució que es pretén proposar.
 - En què s'hauria de posar atenció?
 - Quines limitacions i paràmetres hauria de satisfer la solució/ el model/ la construcció proposada?
3. Buscar informació sobre el tema.
 - Buscar les solucions que altres persones ja han proposat. Descriure diferents opcions.
 - Descriure breument com funciona cadascuna de les solucions proposades.
4. S'haurien de fer dibuixos / diagrames de les idees inicials.
5. Seleccionar la idea més adequada, basant-se en el que es pensa que funcionarà millor segons les especificacions detallades. Analitzar la idea en detall, fer dibuixos més detallats i incloure informació sobre les dimensions i els mecanismes d'operació de les diferents parts.
 - Millorar gradualment el disseny i fer plans més específics.
6. Recollir tots els materials i eines apropiades.
7. Construir models de diversos aspectes de la solució o construcció real.
8. Examinar si els models construïts funcionen com es preveia.
9. Avaluar el resultat respecte a les especificacions i refer passos previs en el procés per tal de millorar gradualment el disseny fins al nivell desitjat.



Context

Any rere any molts turistes i també la Comissió Europea animen a Xipre a que explori la possibilitat de crear els seus propis trens i xarxes de ferrocarril.

El Ministre de Transport ha demanat que es desenvolupi un model de tren i que es faci una presentació d'aquest disseny. Aquest tren ha de ser econòmic, ha de funcionar de manera que no requereixi una excessiva quantitat d'energia i, al mateix temps, ha de ser ràpid.

La teva missió

La teva missió consisteix en pensar idees innovadores per dissenyar un nou tren que tingui en compte les tecnologies més avançades. Necessitaràs fer un disseny elaborat que sintetitzi el que has après per tal d'explicar com funcionen els diversos mecanismes del tren. Hauràs de construir tres models, un per cada funció bàsica del tren: levitació, propulsió i protecció magnètica (mesures de seguretat per la salut dels passatgers). Finalment, hauràs de preparar un pòster i presentar-lo en públic, de tal manera que el públic a qui vagi dirigit pugui entendre com funciona cada mecanisme.

Atenció: Pots trobar més informació sobre els criteris d'avaluació del projecte en el document **Disseny i Construcció d'un Tren Electromagnètic**.

Recollida d'Informació

Examina el problema al que t'enfrontes i busca informació rellevant i solucions alternatives al problema. Descriu les diverses solucions possibles i com funciona cadascuna d'elles.

Pista: Com van solucionar el problema altres? (Entre tota la informació que recullis, pots trobar útil incloure altres recerques sobre el mateix tema, fotografies o dissenys reals de trens Maglev, i informació sobre materials que poden ser utilitzats – nom del material, dimensions, utilitat, resistència, ergonomia, i cost.)



Un cop hakis acabat aquesta etapa, discuteix el que has fet fins aquest punt amb el teu professor/a. Una altra cosa que hauries de fer és tornar al teu pla de treball i pensar com voldries organitzar el teu treball. Assegura't de que comparteixes el treball adequadament amb el teu grup, per tal que pugueu completar el projecte en el temps que es requereixi.

Idees

CONSTRUEIX i dibuixa tres o més idees que puguin proporcionar una solució al teu problema per cadascun dels tres models que has construït. Fins i tot, les idees més desgavellades poden donar lloc a una bona solució. Si creus que és necessari, torna a l'etapa de cerca d'informació per inspirar-te!



DISCUTEIX LES TEVES IDEES AMB EL TEU PROFESSOR

Desenvolupament d'idees – Construcció de plans

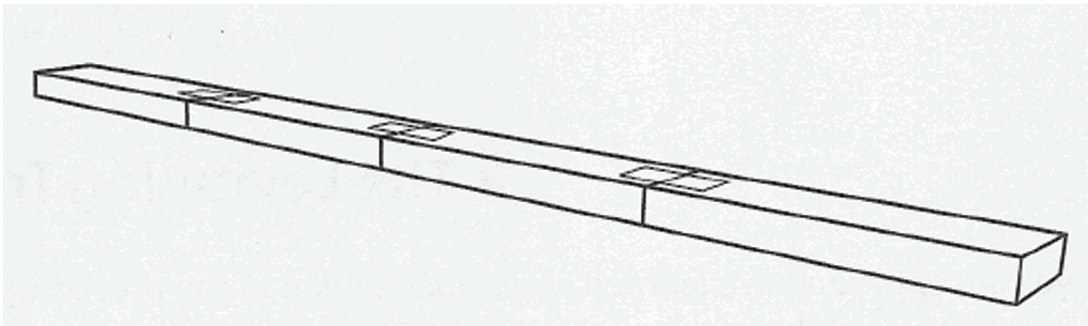
El següent text t'indica els passos que hauries de seguir per tal de construir el model de levitació utilitzant només imants permanents. Conté instruccions detallades per construir el primer dels tres models, per tal que t'ajudi a entendre el que has de fer per construir els altres dos models. És molt important que llegeixis les instruccions una vegada abans de començar a construir el teu tren.

Una vegada hakis llegit aquestes indicacions, organitza el treball que has de fer i determina quines accions hauria de portar a terme cada membre de l'equip per tal de completar el vostre model.

PASSOS PER A LA CONSTRUCCIÓ

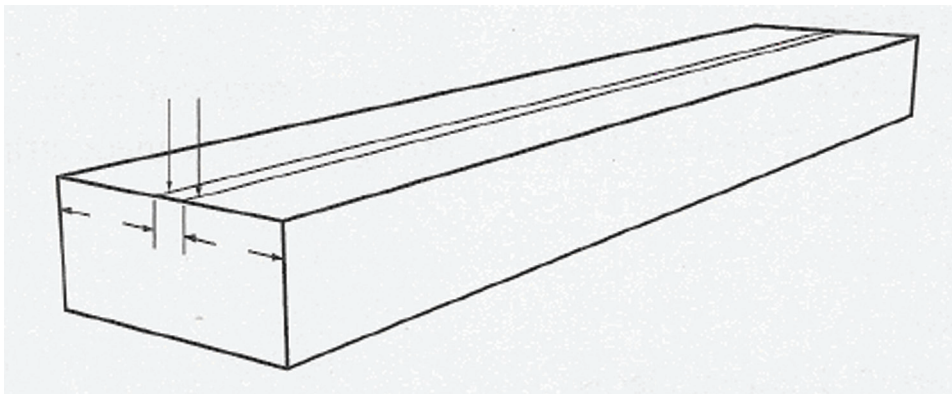
Pas 1: La base de fusta de la via

Alinea quatre peces de fusta (de 15cm) tal com mostra la **imatge 1**. Enganxa cinta adhesiva en les seccions entre les peces per tal de mantenir-les unides.



IMATGE 1

Gira les peces unides i marca dues franges espaiades 1.6cm des dels extrems tal com mostra la **imatge 2**.

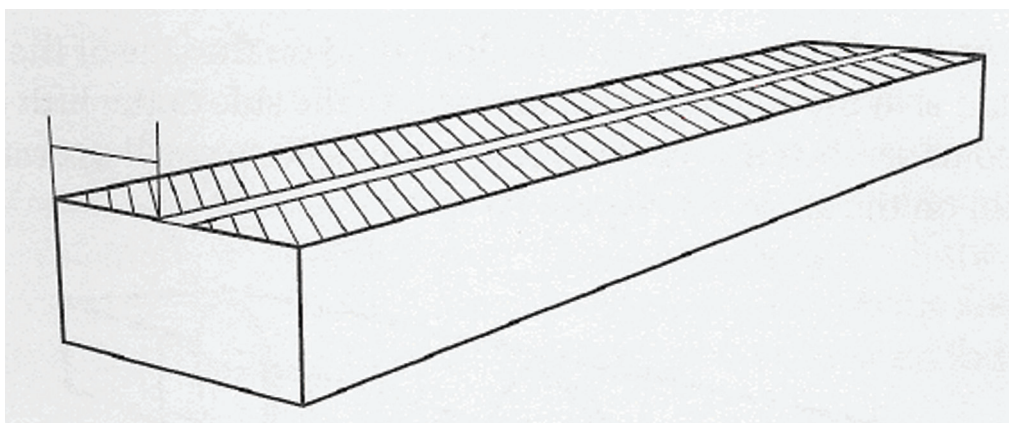


IMATGE 2

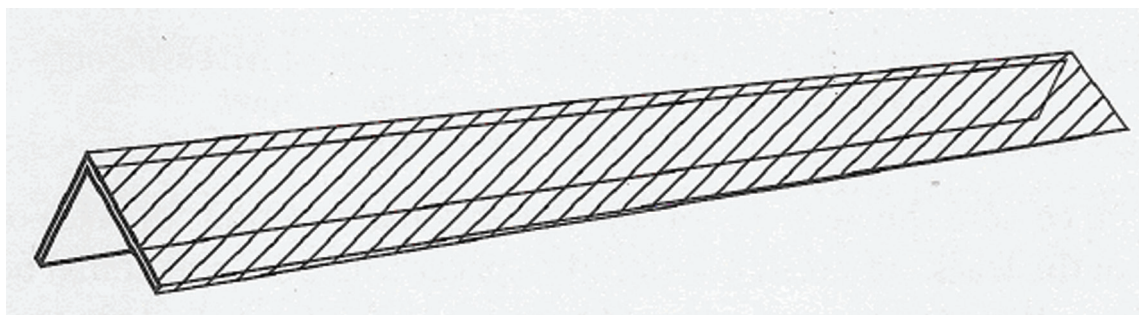
Aquestes dues marques fetes amb llapis en el centre de la base de la via serviran com franges per separar els perfils de plàstic.

Pas 2: Muntatge dels perfils de plàstic

Enganxa els perfils de plàstic a la base de fusta de la via, de manera que la cantonada de cada perfil de plàstic estigui alineat amb les franges que ja has dibuixat sobre la base de fusta. Fixa't en les [imatges 3 i 4](#).

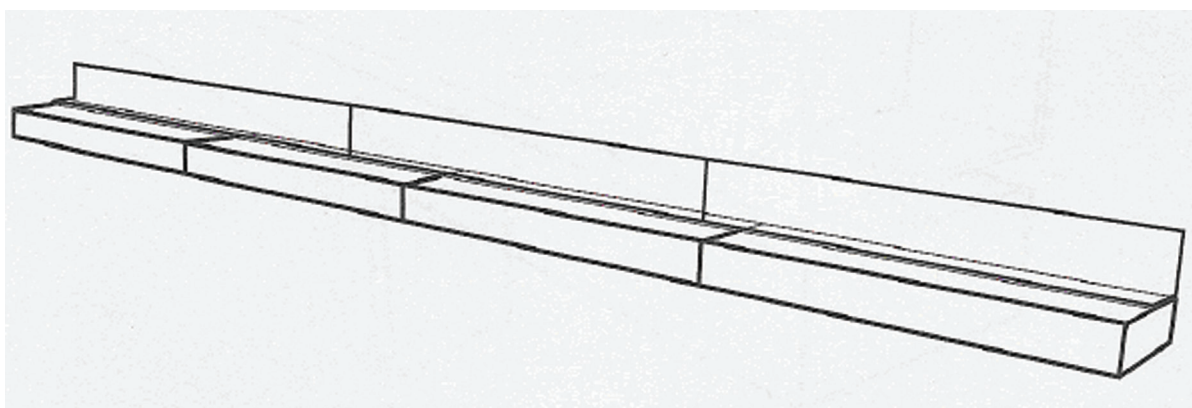


IMATGE 3



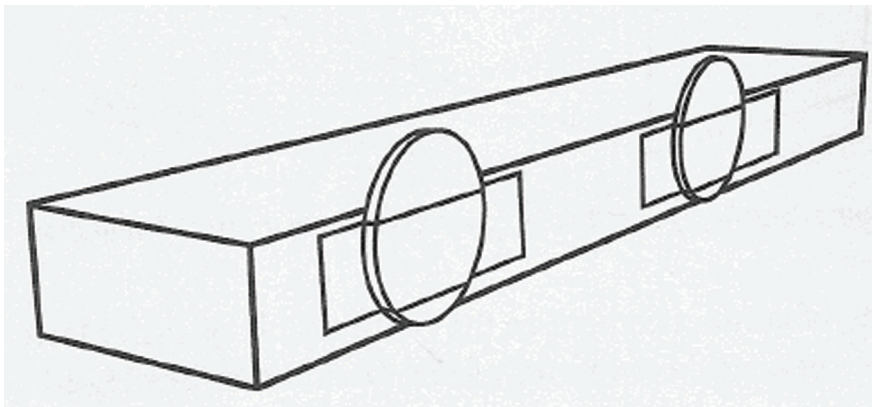
IMATGE 4

Posa els primers tres perfils de plàstic a la banda dreta de la via tal com mostra la [imatge 5](#).



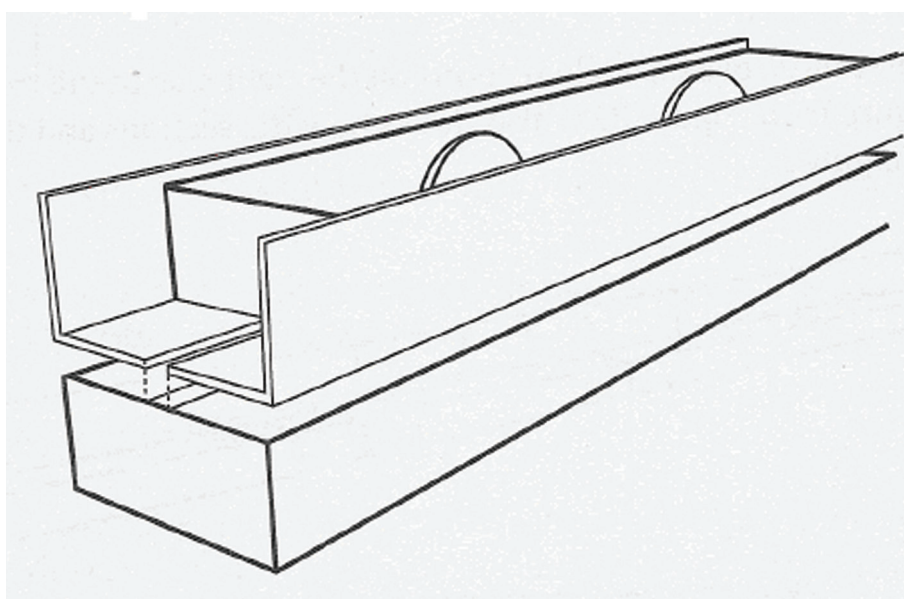
IMATGE 5

Una manera de reduir la fricció entre el teu tren i els perfils de plàstic és enganxar dues monedes a un costat de la cinquena peça de fusta. Les monedes serveixen com a guia per espaiar el tren i els perfils de plàstic. Fixa't en la **imatge 6**. Apart d'utilitzar monedes, de quines altres maneres creus que podries reduir la fricció?



IMATGE 6

Abans d'enganxar els altres tres perfils de plàstic a la banda esquerra de la via, col·loca el tren i les monedes entre els perfils per tal de garantir un ajust adequat. La **imatge 7** mostra l'alineament més adequat dels perfils de plàstic i de la peça que anirà entremig d'aquests.



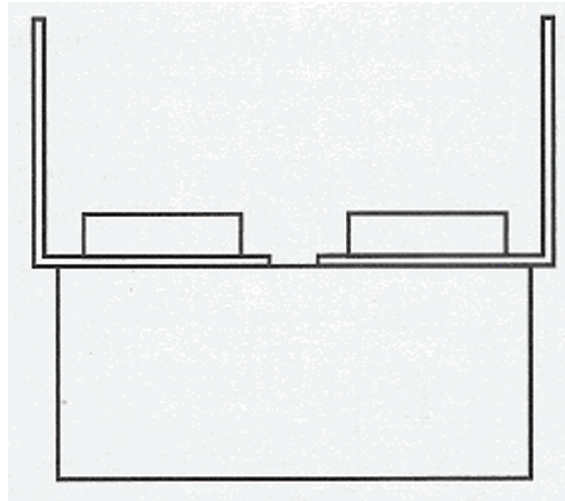
IMATGE 7

Amb molta precisió, col·loca els altres tres perfils de plàstic a la base de fusta. Sobretot, alinea acuradament els extrems dels perfils per tal que hi hagi una transició llisa d'un perfil a l'altre.

Les monedes t'ajudaran a mantenir l'espai entre el tren i els perfils de plàstic. Si aquest espai és massa ample o massa estret, el tren no funcionarà suament. Si resulta que l'espai és massa estret per la peça que representa el tren, sempre pots polir els costats del tren.

Pas 3: Muntatge d'una banda magnètica potent

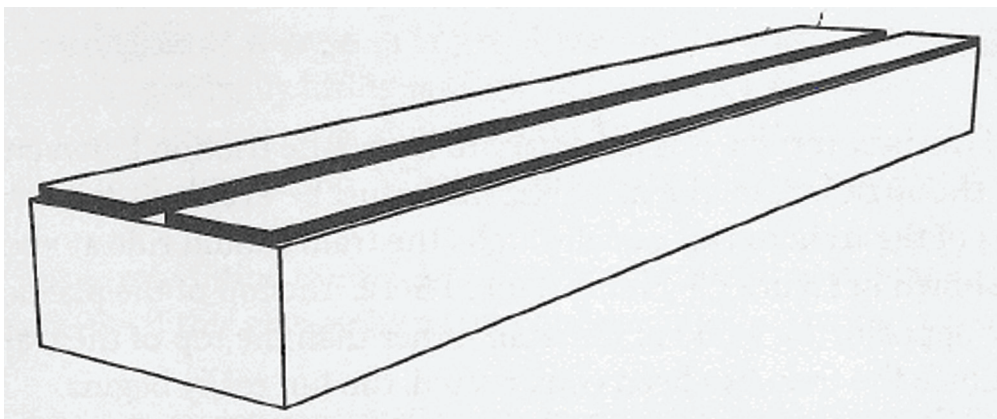
Agafa bandes magnètiques potents (de 60cm) i determina quina cara és el pol nord i quina és el pol sud. Quan sàpigues on són els pols de les teves bandes magnètiques, enganxa-les en els perfils de plàstic, tal com mostra la **imatge 8**. Amb molta cura, col·loca les bandes magnètiques de manera que els seus costats interiors estiguin alineats amb el costat interior del perfil de plàstic i amb les franges que vas marcar a la base de fusta amb llapis.



IMATGE 8

Pas 4: Muntatge de la banda magnètica potent al tren

Per col·locar les bandes magnètiques potents a la posició adequada de la peça que farà de tren, has de determinar la posició dels pols magnètics nord i sud. Després, segueix les mateixes direccions de muntatge que a la via. No obstant, en aquest cas utilitza l'extrem de la peça que farà de tren com a guia per col·locar les teves bandes magnètiques. Fixa't en la **imatge 9**.



IMATGE 9

Pas 5: Col·loca el tren a la via

Ara ja estàs preparat per posar el teu tren a la via i per avaluar els teus resultats – has aconseguit solucionar el problema de fer levitar un tren utilitzant imants permanents.

Per tal d'obtenir millors resultats, les bandes magnètiques de la part inferior del tren haurien de col·locar-se intencionalment a una distància major que les bandes de la via. Això permetrà un millor equilibri magnètic del tren. Fixa't en la **imatge 10**.

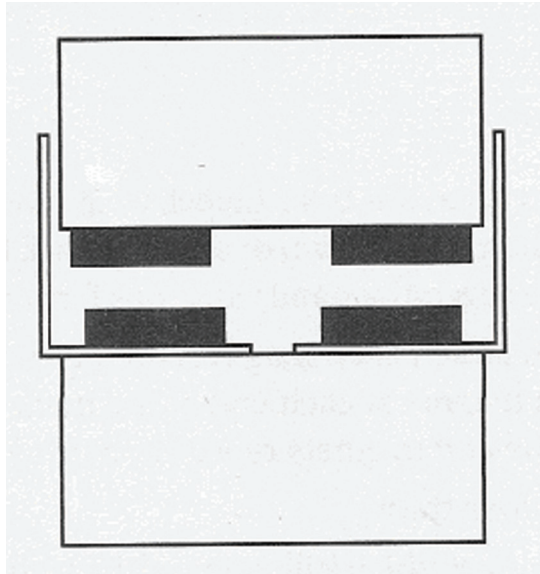


FIGURE 10

Refinant el muntatge

Per tal d'obtenir millors resultats, és necessari tenir poca fricció entre el tren i els perfils. També, el camp magnètic ha de ser distribuït de manera regular per ambdós costats del tren per tal de mantenir-lo alçat igual pels dos costats.

Pensa altres maneres de reduir la fricció entre el tren i els perfils. Anota les teves idees i fes millores en el teu model.



DISCUTEIX AMB EL/A PROFESSOR/A SOBRE EL TEU TREBALL.

Comprovació - Avaluació

Prova el teu tren i anota els resultats.

El model:

soluciona el teu problema Sí NO PARCIALMENT

Aconsegueix el seu objectiu Sí NO PARCIALMENT

Indica com funcionen els imants Sí NO PARCIALMENT


Quines dificultats has tingut?

Què podries canviar del model i del seu funcionament?

(Nota: No t'oblidis de que l'avaluació del projecte complet es farà d'acord amb els criteris d'avaluació que s'han tingut en compte des de l'inici.)



DISCUTEIX AMB EL/A PROFESSOR/A SOBRE EL TEU TREBALL



Utilitzant aquest patró de treball, tracta de dissenyar i construir els altres dos models relacionats amb els següents mecanismes del tren:

Propulsió del Tren

Conjunt d'especificacions detallades. Assegura't de que el mecanisme que escullis inclogui un mitjà d'acceleració, de frenada, i de mantenir un moviment a velocitat constant.

Precaucions de seguretat dels passatgers contra la radiació electromagnètica

Dedica temps suficient a recollir informació apropiada sobre els límits d'exposició acceptables a la radiació electromagnètica per un ésser humà. Descriu els efectes potencials sobre un cos humà pel fet d'exposar-se a alts nivells de radiació electromagnètica i com penses que es podrien prevenir aquests efectes. També, explica el mecanisme de protecció que has escollit utilitzar pel teu tren. Fes algunes mesures de la intensitat del camp magnètic per tal d'avaluar el teu model. Les següents instruccions t'ajudaran a organitzar aquestes mesures.



DISCUTEIX AMB EL/A PROFESSOR/A SOBRE EL TEU TREBALL

**MATERIALS
SCIENCE PROJECT**

UNIVERSITY-SCHOOL PARTNERSHIPS
FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION
OF RESEARCH-BASED ICT-ENHANCED
MODULES ON MATERIAL PROPERTIES

ISBN 978-9963-689-60-6
2009