

KIT DE MAGNETISME

ORIENTACIONS GENERALS

MATERIAL

Una maleta que conté

- Conjunt de diversos d'imants de neodimi (sectors extrets d'un disc dur, cilíndrics de dues mides i anul·lars).
- Diferents trossos de coure amb formes diverses (cor, semicercle...).

I també

- Tubs d'alumini de diferents diàmetre.
- Vareta de fusta
- Placa d'alumini
- Pla de fusta amb rails d'alumini



NIVELL

Moltes experiències es poden mostrar a l'alumnat de qualsevol nivell donat que moltes d'elles són sorprenents i poden ajudar la motivació de l'alumnat i a despertar el seu interès per la ciència en general.

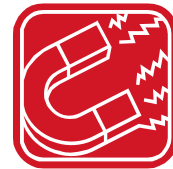
A l'etapa de l'ESO les experiències les podem aprofitar sobretot per tal d'observar i descriure fenòmens o bé explicar-los a un nivell molt elemental.

Si volem treure'n el màxim rendiment acadèmic la majoria són adequades per treballar-les en Física de batxillerat.

TEMPORITZACIÓ

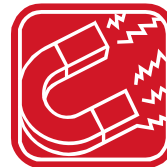
Es pot realitzar tot el conjunt d'experiments en una sessió de durada aproximada d'una hora (una mica més si es vol aprofundir en alguns aspectes).

També es poden anar realitzant de forma esporàdica algunes experiències per tal de complementar alguna explicació teòrica treballada a l'aula: motor elèctric, corrents de Foucault, força magnètica i regla de la mà dreta...



A TENIR EN COMPTE

- ✓ Els imants de neodimi són cars, o relativament cars, per tant hem de vetllar per la seva conservació i evitar que desapareixien (voluntàriament o involuntària) de la capsa.
- ✓ Els imants de neodimi fan forces magnètiques realment fortes de manera que hem de tenir molt cura en no enganxar-nos els dits entre dos imants.
- ✓ Els imants de neodimi són durs però fràgils de manera que hem d'evitar que ens caiguin a terra o que s'enganxin entre ells de manera violenta donat que en aquests casos es trencaran amb facilitat.
- ✓ Tenint present que els camps magnètics que generen són molt importants haurem de tenir cura de no acostar-los a discos durs, mòbils... ni, en general, a aparells electrònics.



ACTIVITATS

EL MOTOR MÉS SENZILL DEL MÓN



Material:

- ✓ Pila 1,5 V
- ✓ Cargol
- ✓ Imants cilíndrics
- ✓ Fil de coure

Hi ha dues maneres de fer-lo:



Primera: Situar imants de neodimi als dos pols de la pila (amb el mateix sentit N/S), a la part superior enganxar-hi (per atracció magnètica) el cargol amb la punxa cap avall. Aguantem el cargol amb la mà i, tot seguit, amb el fil de coure cal curtcircuitar el cap del cargol amb l'imant inferior.



Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=H9W9-E9SXok>

Observarem que el conjunt pila i imants comença a girar en un sentit.

Si girem la polaritat dels imants o de la pila podem verificar que el sentit de rotació s'inverteix.

Per millorar l'efecte visual podem recobrir la pila amb una tira de paper enganxada fent espiral.



Segona: Situar només un imant de neodimi a la part inferior de la pila, enganxar l'imant de neodimi al cap del cargol i després la punta del cargol a un pol de la pila (s'hi enganxarà per atracció magnètica). Aguantant la pila amb la mà, connectem l'altre pol de la pila amb l'imant de neodimi.

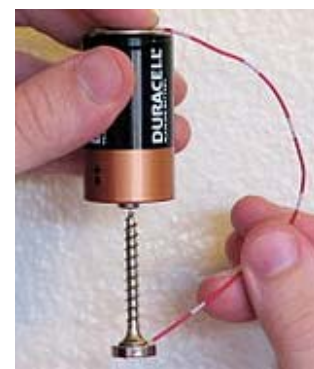


Vídeo:

Observarem que el conjunt cargol i imant comença a girar en un sentit.

Si girem la polaritat de l'imant o de la pila podem verificar que el sentit de rotació s'inverteix.

Per millorar l'efecte visual podem recobrir el cargol amb un fil de color seguint l'espiral de la rosca.



I UN MOTOR QUE CAMINA



Material:

- ✓ Pila d'1,5 V
- ✓ Quatre (mínim) imants cilíndrics de neodimi.



Enganxem a la pila dos imants per un pol i dos més per l'altre pol. Cal tenir present que els dos conjunts d'imants s'han de situar amb els pols enfrontats.

Posem el conjunt damunt d'una superfície llisa i plana i curtcircuitem el conjunt amb un fil de coure.



Vídeo: <https://youtu.be/jAyZr0VJ-No>

Observarem que el conjunt pila + imants comença a girar i es desplaça tot sol.

Cal anar en compte perquè en funció de la polaritat dels imants i de la pila el sentit de gir pot ser en sentit d'avançar o de recular, en aquest darrer cas el moviment és molt més difícil.

Per tal de facilitar el bon contacte elèctric podem, amb paper de vidre, netejar els extrems del fil de coure.



UNA PILA QUE RODA



Material:

- ✓ Pila d'1,5 V
- ✓ Imants cilíndrics de neodimi
- ✓ Fusta amb dos carrils de cinta conductora
- ✓ Fil conductor



És una variant de l'experiència anterior, també hem d'enganxar imants a cada pol de la pila tenint en compte que els pols magnètics quedin oposats.

Situem el conjunt damunt dels rails conductors tenint en compte que facin bon contacte.

Amb el fil conductor connectem els dos rails entre ells.



Vídeo:

Observarem que el conjunt de la pila amb els imants comença a rodar.

En funció de la polaritat de la pila i dels imants comprovarem que el conjunt avança cap endavant o cap enrere.

UN PÈNDOL QUE NO PENDULA



Material:

- ✓ Suport
- ✓ Fil amb peça de ferro al final
- ✓ Imants de neodimi
- ✓ Placa d'alumini o de coure



Cal muntar un pèndol de manera que els imants oscil·lin amb llibertat. La separació del terra ha de ser de poc més del gruix de la placa d'alumini o de coure de què disposem.

Deixem oscil·lar els imants lliurement.

Mentre estan oscil·lant situem sota del pèndol la placa de material no ferromagnètic.



Vídeo: <https://youtu.be/C-FVRwVJvgA>

Observem com de forma quasi immediata el pèndol queda frenat.

Podem fer l'experiència a la inversa: deixem el pèndol en repòs i fem oscil·lar (endavant i endarrere) la placa d'alumini o de coure, aconseguirem que els imants comencin a oscil·lar sense entrar en contacte amb la placa. Cal que la freqüència del nostre moviment sigui bastant semblant a la freqüència pròpia del pèndol perquè aquest entri en ressonància.

LES FLAMERES QUE GIREN



Material:

- ✓ Flameres d'alumini
- ✓ Imants de neodimi
- ✓ Màneg de ferro



Només cal agafar una flamera d'alumini i abonyegar una mica la part de sota de manera que pugui rodar amb força facilitat.

Agafem un imant o un conjunt d'imants amb el màneg o peça de ferro i els introduïm dins la flamera i els fem rodar a prop de la paret però sense arribar a tocar-la.



Vídeo: <https://youtu.be/jhLOWuZRaTo>

Malgrat que l'alumini no és ferro magnètic de manera que no nota atracció magnètica observarem que la flamera es posa a rotar amb un efecte més acusat quan més aprop estan els imants de la paret i més gran és la velocitat de rotació.

L'efecte és produït per les corrents de Foucault que es produeixen a les parets de la flamera (de material conductor de l'electricitat) degut a la variació de flux magnètic en espines imaginàries que es creen en l'alumini.

Si quan la flamera està rodant apropem els imants a la paret aleshores observem que es produeix una frenada superior a l'esperada.

Aquest efecte s'utilitza en els camions i autobusos per a frenar de manera suau i sense fricció: és l'anomenat fre elèctric. Discos d'una aleació no ferromagnètica giren en els eixos de les rodes i uns electroimants s'activen (més o menys) per produir un camp magnètic que alhora crea els corrents de Foucault en els discos produint un camp magnètic contrari al que al produeix i que genera la força de frenada.





CAIGUDA LENTA

Material:

- ✓ Tub de coure o d'alumini
- ✓ Tub de plàstic
- ✓ Imants de neodimi (cilíndrics o anul·lars)

Cal disposar d'un tub de plàstic i d'un tub de material metàl·lic però no ferromagnètic de diàmetre interior una mica superior al diàmetre dels imants.

Comencem deixant caure els imants per l'interior del tub de plàstic.

Tot seguit deixem caure els mateixos imants per l'interior del tub d'alumini o de coure. Prèviament comprovem que en no ser de material ferromagnètic els imants no atrauen el tub.

Vídeo: <https://youtu.be/tbmZtMM4SK0>

Observarem que els imants dins del tub de plàstic cauen pràcticament en caiguda lliure (moviment accelerat, acceleració de la graveta g) i en canvi en deixar-los caure dins del tub de coure ho fan de manera molt més lenta fent-ho amb un moviment uniforme (primer tram d'acceleració però assolint ràpidament la velocitat límit amb la qual continua el seu moviment uniforme).

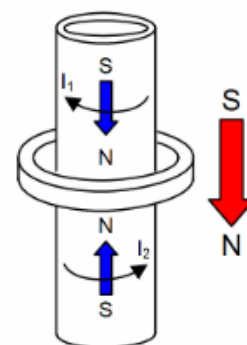
Quina és la força que frena la caiguda dels imants?
Resposta: És una força magnètica deguda a que s'originen sobre l'alumini corrents anul·lars de Foucault (degut a que el metall és conductor, això no passava amb la fusta) i que generen un camp magnètic (blau) que interactua amb el de l'imant (vermell) fent una força vertical i cap amunt.



Els corrents induïts de Foucault es creen en una espira quan hi ha variació de flux de camp magnètic que la travessa. El sentit del corrent és tal que sempre s'oposa a la variació de flux, per això en el nostre cas en la part superior i inferior els sentits dels corrents són diferents, en tots dos casos generen un camp magnètic que frena la caiguda de l'imant anul·lar.

Nota important: Cal disposar d'un material tou per tal que els imants xoquin suaument amb el terra donat que els imants de neodimi són durs però molt fràgils.

Podem realitzar una variació d'aquesta experiència utilitzant imants de neodimi en forma anul·lar i deixant-los caure per l'exterior dels tubs. L'experiència és més vistosa però la frenada per corrents de Foucault no és tant important, l'efecte no es nota tant.





MIREM EL CAMP MAGNÈTIC



Material:

- ✓ Ampolla transparent
- ✓ Oli Johnson (de venda en farmàcies)
- ✓ Llimadures d'acer (millor) o de ferro
- ✓ Imants de neodimi



Dins l'ampolla amb l'oli Johnson hi posem les llimadures.

Acostem un imant a la paret de l'ampolla. Després hi acostem dos imants a les parets oposades de l'ampolla, primer amb els pols magnètics en el mateix sentit i després amb els pols en oposició.



Veurem clarament que les llimadures s'orienten perfectament seguint les línies de camp magnètic.

La situació més espectacular i visible és quan situem els dos imants (amb el pols en el mateix sentit o en sentit oposat).



EL MOTOR D'EN BEAKMAN



Material:

- ✓ Pila de 4,5 V
- ✓ Imants (en l'exemple són imants d'un disc dur)
- ✓ Fil de coure vernissat (de fer bobines per electrònica)
- ✓ Dos clips
- ✓ Una goma elàstica
- ✓ Una mica de paper de vidre



Segur que recordeu la imatge de Beakman, un científic despistat que va protagonitzar -juntament amb una rata gegant- una de les primeres sèries televisives de divulgació científica.

Una de les propostes més conegudes i que porta el seu nom és el motor de Beakman, un motor elèctric senzill fet amb materials quotidians.

Comenceu fent un conjunt d'unes 10 espiras, en acabar els dos extrems han de sortir seguint un diàmetre però en sentits oposats. Amb l'espira situada sobre una superfície plana i amb paper de vidre molt fi elimineu la resina però només per una cara del fil.

Doneu forma als clips de manera que facin contacte (aguantats amb la goma elàstica) amb els pols de la pila i que alhora serveixin de suport a la bobina. Situeu també l'imant sobre la pila en la part central entre els dos pols.

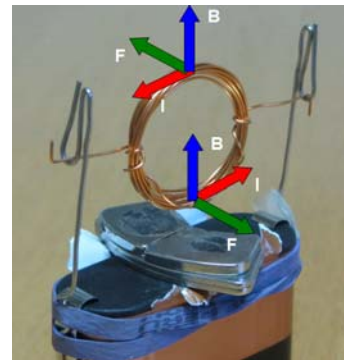
Diposeu la bobina sobre els suports i, donant una empenta inicial, podreu comprovar el funcionament del motor.





Vídeo: <https://youtu.be/aINR5ESWqI0>

El funcionament és molt senzill: el camp magnètic (B) fa un parell de forces (F) sobre l'escoria, degut al corrent (I) que hi circula, que li produeix una rotació. Però aquest efecte només té lloc durant mig període perquè només hem eliminat la resina aïllant d'una cara del fil que manté contacte amb els clips. Mentre no circula corrent elèctric la bobina continua girant per inèrcia fins que torna a fer contacte elèctric i per tant torna a actuar la força (F).



UN MOTOR DE TOT COR

Material:

- ✓ Pila d'1,5 V
- ✓ Imants de neodimi
- ✓ Fil de coure
- ✓ Paper de vidre

Enganxem a la part inferior de la pila un conjunt d'imants cilíndrics. Amb el fil de coure fem un cor semblant al de la figura del costat. Els dos extrems de baix els hem d'arrodonir per tal que facin bon contacte amb els imants de neodimi. Situem la punxa interior del cor damunt del pol superior de la pila i...



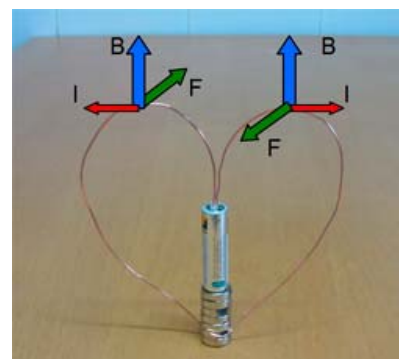
Vídeo: https://youtu.be/NkzjvT3s_qA

El cor comença a donar voltes.

Cal tenir present que el fil de coure ha de ser sense vernissar o en cas contrari cal treure el vernís amb el paper de vidre en els punts de contacte superior i inferior.

Per millorar l'estabilitat del cor en el seu moviment de rotació podem realitzar un petit enfonsament (amb un punxó o punta roma) a la part superior de la pila. S'ha d'anar en compte de no foradar la xapa d'acer (és molt fina), en aquest cas sortirien els àcids (perill) i la pila quedaria inservible.

En la imatge lateral podem observar el camp magnètic (B , color blau), el corrent elèctric (I , color vermell) i la força magnètica (F , color verd, segons la llei de Lorentz) que produeix la rotació del fil de coure. Cal tenir present que la força a cada costat es produirà en sentit contrari per tant hi haurà un parell de forces que seran les responsables de la rotació.



Nota: l'esquema és una simplificació de la realitat, en cada punt del fil de coure el camp magnètic tindrà direccions i magnituds diferents però l'efecte general continuarà essent el de la figura. També està clar que la direcció de rotació dependrà del sentit (amunt o avall) del camp magnètic originat pels imants.



UNA LLANTERNA SENSE PILA



Material:

- ✓ Una llanterna que funciona només quan es belluga endavant i endarrera

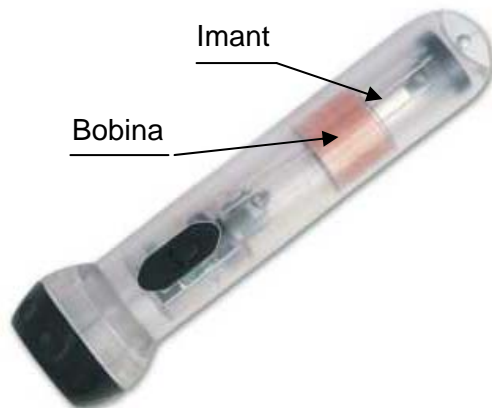


Obrir l'interruptor.

Sacsejar la llanterna perquè aquesta faci llum.



El seu funcionament és molt senzill. En el seu interior hi ha una bobina i un potent imant, la bobina està connectada amb la bombeta o led. En sacsejar la llanterna l'imant circula alternativament per l'interior de la bobina creant-hi una variació important del flux de camp magnètic. Aquesta variació de flux crea un corrent elèctric induït a la bobina (Llei de Lenz) que és el responsable que la llanterna il·lumini. En aturar el moviment, encara que l'imant estigui dins la bobina, no es genera corrent perquè no hi ha variació del flux de camp magnètic que travessa la bobina.



Nota: Hi ha llanternes d'aquest tipus que tenen una petita bateria al seu interior que es recarrega i per tant pot continuar fent llum encara que deixem de bellugar-la. En el nostre cas és millor que la llanterna no disposi d'aquesta bateria per emmagatzemar energia.

RAÏM DIAMAGNÈTIC



Material:

- ✓ Palla per beure refrescs
- ✓ Fil
- ✓ Dos raïms
- ✓ Imants de neodimi



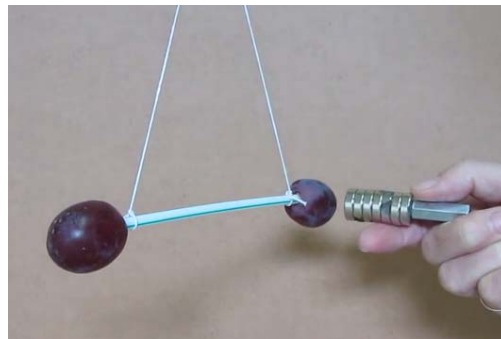
S'han d'enganxar els dos raïms a les puntes de la palla i després mantenir el conjunt en equilibri horitzontal amb el fil.

Acostem els imants de neodimi a un dels raïms sense tocar-lo i...



Vídeo: <https://youtu.be/X7o5QqBTIK0>

Observarem que mica en mica anem provocant una rotació del conjunt degut a una repulsió entre els imants i el raïm.



També podem frenar la rotació (o fins i tot canviar-li el sentit) situant els imants davant d'un dels raïms.



L'explicació és que el raïm està compost bàsicament d'aigua i aquesta és una substància diamagnètica: és repel·lida pels camps magnètics encara que amb una força molt lleu.

Podem recordar que hi ha tres tipus de materials en relació al magnetisme: ferromagnètiques (força atracció), diamagnètiques (molt lleugera repulsió) i paramagnètiques (molt lleugera atracció).

TREN ELECTROMAGNÈTIC (MOTOR ELÈCTRIC LINEAL)



Material:

- ✓ Fil de coure o material conductor sense vernissar
- ✓ Pila d'1,5 V
- ✓ Imants de neodimi



Amb el fil conductor (sense vernissar) realitzarem una espiral tant llarga com puguem enrollant-la en un tub d'un diàmetre lleugerament superior al dels imants (que alhora ha de ser superior al de la pila).

Cal situar imants de neodimi enganxats als dos pols de la pila però amb els pols oposats.

Farem entrar el conjunt dins de l'espiral i...

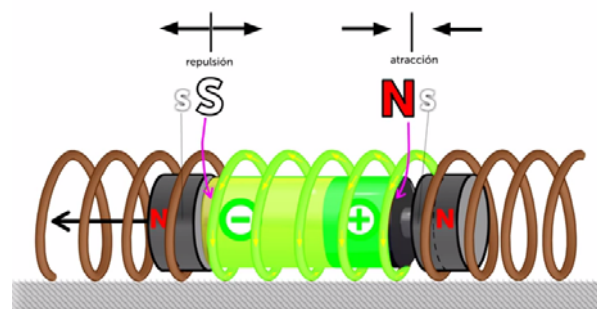
Observarem que el conjunt es desplaça per dintre de l'espiral fins que surt per l'altre extrem.

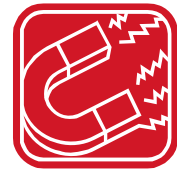
Si ajuntem els dos extrems de l'espiral de metall conductor i tanquem el circuit aleshores la pila amb els imants anirà donant voltes per l'interior sense parar.



Vídeo: <https://youtu.be/4O7W6-tl4jQ>

L'explicació: Els dos imants fan contacte amb l'espiral i per tant fan un curtcircuit amb la pila. El corrent que circula per l'espiral genera un camp magnètic al seu interior que s'oposa al camp magnètic de l'imant del davant i que atrau a l'imant del darrere de manera que provoca que l'imant avanci dintre de l'espira. Aquest procés es va repetint mentre els dos imants tanquin el circuit elèctric, és a dir només s'acabarà en el moment en que l'imant del davant deixi d'entrar en contacte amb el conductor. Observa la imatge del costat.





ANELL IMPOSSIBLE



Material:

- ✓ Dos anells d'alumini (un d'ells amb un tall)
- ✓ Imants de neodimi



En aquest cas es tracta d'una mena de joc.

Posem els imants de neodimi damunt la taula i donem l'anell tancat a una persona demanant-li que des d'una certa alçada el deixi caure encerclant els imants. En cada intent veu que és materialment impossible.

Ho provem després nosaltres però amb l'anell obert (sense que es vegi gaire la diferència), normalment al primer intent aconseguim encerclar els imants.



Vídeo:

Una vegada més l'explicació es basa en els corrents de Foucault.

En deixar caure l'anell tancat i apropar-se als imants, varia el flux de camp magnètic que el travessa de manera que s'originen corrents de Foucault en l'anell que generen un camp magnètic contrari al que el produeix (dels imants de neodimi). Així doncs els anells noten una repulsió magnètica que impedeix que envoltin els imants.

Quan deixem caure l'anell que té un tall no es poden generar aquest corrents de Foucault i per tant sobre l'anell no s'exerceix cap repulsió i pot encerclar els imants amb facilitat.

ACABEM...

Amb imants de neodimi podem encara...



[Maglev](#), tren de levitació magnètica

- Si disposeu de més imants podeu construir-vos una [simulació d'un tren de levitació magnètica](#) tipus MagLev, un tren comercial que des de fa anys funciona a Xangai i que realitza 30 quilòmetres en menys de vuit minuts.



[Supermagnete](#)

- Casa comercial per comprar tot tipus d'imants per internet.
- També disposen d'un [canal a YouTube](#) amb moltes experiències interessants.



[FisLab... el blog](#)

- Blog d'en Tavi Casellas on hi ha recollides motes d'aquestes experiències de magnetisme i d'altres, sempre senzilles, de temàtiques diverses: òptica, mecànica, so... Té la possibilitat de subscriure-s'hi (columna de la dreta) facilitant només el correu electrònic, per tal de rebre informació sobre els nous articles.