

## Měření času

Tisíce turistů obdivují každý den pražský orloj. Málokdo mu však rozumí. Jedná se vlastně o velmi složitý stroj k měření různých časových intervalů. Kromě našeho času ukazuje orloj i staročeský čas, hvězdný čas, doby západu a východu slunce, postavení měsíce a slunce na obloze, fáze Měsíce.

K měření času sloužilo v minulosti mnoho nejrůznějších zařízení nazývaných **hodiny**. Nejznámější jsou **sluneční hodiny**, **přesýpací hodiny** nebo **vodní hodiny**. K měření času se používaly i hořící svíčky.



Pražský orloj

Staročeský čas je na orloji na vnější stupnici. Den podle staročeského času začínal okamžikem západu slunce. Proto se v českých zemích slaví Mikuláš a Ježíšek již večer před 6. a 25. prosincem.

Pozor: Sluneční hodiny ukazují sluneční čas, ten se proměnlivostí délky slunečního dne liší od času, který užíváme. Čas na hodinkách označujeme občanský, je v zimním období shodný s časem středoevropským, v létě je o hodinu posunut.

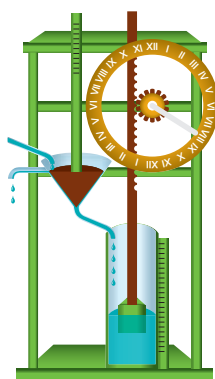
Časový interval je doba, která uplyne mezi dvěma okamžiky.



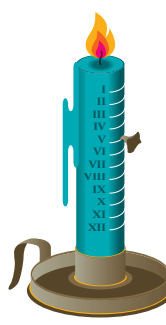
Sluneční hodiny



Přesýpací hodiny



Vodní hodiny



Svíčkové hodiny



Podle obrázků popiš funkci jednotlivých hodin. Které z nich ukazují, kolik je hodin, a které měří jen časový interval?

V současnosti se používají k měření času téměř výhradně zařízení, která jsou založena na stálosti nějakého **kmitavého pohybu**. K nejstarším takovým zařízením patří mechanické **kyvadlové hodiny**, které se konstruují již od 13. století. Měření času bylo důležité i pro určení polohy lodí – jejich zeměpisné délky. Kyvadlové hodiny vlivem kývání lodí nešly přesně, nebo se dokonce zastavovaly. Proto musel být vynalezen nový mechanismus – **nepokoj** (kolečko na pružince). Vznikly tak **lodní chronometry**. Nepokoje se dnes užívá i v mechanických náramkových hodinkách poháněných natahovaným pérem.



Nepokoj



Lodní chronometr

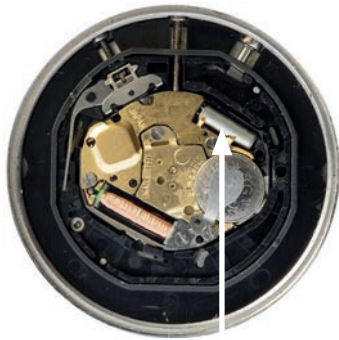


Kyvadlové hodiny



Vynález lodního chronometru v polovině 18. století umožnil na lodích určit zeměpisnou délku.

V současných ručičkových hodinkách napájených elektrickými články kmitá zařízení podobné nepokoji, v přesnějších ručičkových hodinkách a v hodinkách digitálních kmitá destička z **křemenného krystalu**. Ve



Křemenný krystal  
v hodinkách

fyzikálních a astronomických laboratořích se vyskytují atomové hodiny, které využívají kmitání atomů. Aby nemuselo mít toto nákladné zařízení každé pracoviště, které přesný čas potřebuje, vysílá se časový údaj z atomových hodin podobně jako rozhlasové vysílání a mohou se jím řídit miliony dalších hodin v laboratořích, na ulicích i v domácnostech, včetně náramkových hodinek. U takových hodinek se dokonce nemusíme ani starat o přechody mezi letním a zimním časem. Podobně jsou řízeny i hodiny v mobilních telefonech.

Měřit časové intervaly pomocí hodin není příliš praktické. Musíme si zapamatovat čas počátku měření a z přečteného údaje na konci měření pracně vypočítat dobu měření. Proto jsou moderní hodinky vybaveny zařízením, které se vyrábí i samostatně – **stopkami**. Jsou to zařízení téměř shodná s hodinami, měří čas s větší přesností (obvykle setiny



Stopky

sekundy) a – což je nejdůležitější – je možné je vynulovat před začátkem měření a měřit tak přímo čas od počátku děje. Před měřením a při měření postupně ovládáme tlačítka s funkcemi:  
**nulování** – stiskneme před měřením (údaj stopek se vynuluje),  
**start** – stiskneme na počátku měření (stopky začnou měřit čas),  
**stop** – stiskneme na konci měření (stopky se zastaví).

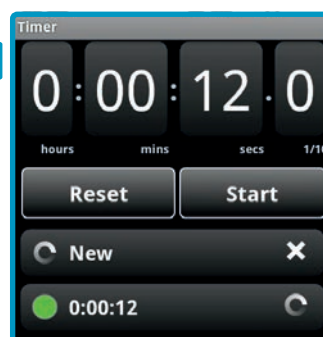
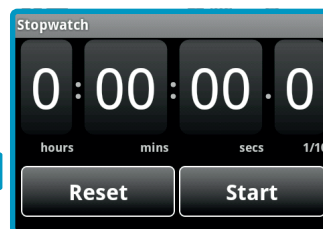
Stopky se dnes používají už téměř výhradně digitální.



Pomocí stopek na hodinkách či na mobilu změř několik časových intervalů, například:

- dobu pádu pingpongového míčku ze vztyčené ruky na podlahu,
- dobu svícení žárovky v lampě, kterou rozsvítí a po několika sekundách vypne některý spolužák.

Zjistíte, že každý naměří jiný čas. Čím je to způsobeno?



Měření času pomocí atomových hodin je vůbec nejpřesnější fyzikální měření, kterého lidstvo dosáhlo.

Zjisti, jaký je současný světový rekord: v běhu na 100 m, v plavání na 100 m prsa a v chůzi na 50 km.



Rádiem  
řízené  
hodinky



Pro měření časových intervalů v kuchyni se používá minutník neboli minutka. Jak dlouho se vaří vejce naměkko, na hniličku, natvrdo? Jak dlouho se vaří knedlíky? Minutník je dnes již běžnou součástí mikrovlnné trouby a sporáku.

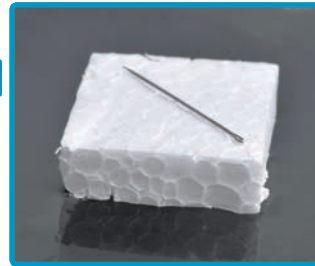
V atletice, plavání, lyžování, motorismu, cyklistice, rychlobruslení, jízdě na saních a bobech i v jiných sportech je dnes běžné automatické měření času na setiny i tisíce sekundy.

## Magnetické pole Země, kompas

První informace o užití magnetu k orientaci ve stepích a pouštích pochází ze staré Číny. Později byly takové magnety, nazývané kompas, používány i při mořeplavbě. V Evropě zhotovovali první kompasy Italové již v 11. století. Činnost kompasu byla dlouho zahalena tajemstvím. Většina učenců se až do novověku domnívala, že se magnetická střelka orientuje ke hvězdě Polárce. Jiní si mysleli, že na dalekém severu existuje magnetická hora, která svým přitažlivým účinkem orientuje všechny magnety ve svém směru. Správný výklad funkce kompasu podal na konci 13. století francouzský učenec Peregrinus. Navázal na starořecké astronomy, kteří tvrdili, že Země je kulatá. Mnoha pokusy dospěl k závěru, že i Země je velkým magnetem. Na konci 16. století se magnety zabýval anglický lékař a fyzik William Gilbert z Colchesteru [viljem gilbert z kolčestru], který potvrdil Peregrinovu teorii. Je považován za zakladatele novodobého učení o magnetismu.



Provedeme pokus, který nám ukáže činnost kompasu. Zmagnetujeme jehlu a položíme ji na kousek pěnového polystyrenu. Potom polystyren s jehlou opatrně položíme na vodní hladinu ve větší nádobě tak, aby se nedotýkal její stěny. Po malé chvíli se jehla otočí do severojižního směru. Na jiném místě ve třídě umístíme kompas, který ukáže stejný směr.



Názvy pólů magnetů mají původ podle směrů, kterými ukazují, jsou-li volně otočné. Severní pól míří k severu, jižní k jihu. Když byly později objeveny magnetické póly Země, bylo z přitahování opačných pólů magnetů jasné, že na severu musí být jižní magnetický pól.

**Kompas** je přístroj k určování severního směru. Tvoří jej **střelka** (magnetka volně se otáčející kolem svislé osy), úhlová stupnice, případně směrová růžice. Podobným přístrojem je **buzola**, která je navíc doplněna zařízením pro určování azimutu.



Turistická buzola



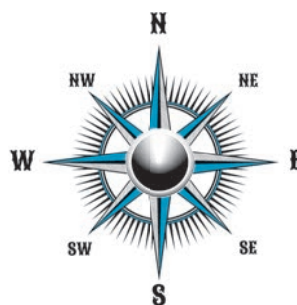
Jednoduchý kompas



Vezmi si kompas nebo buzolu a urči světové strany (například ve třídě nebo na hřišti).



Pomocí turistické buzoly urči azimut nějakého vzdáleného význačného bodu (například věž kostela, rozhledna).



Magnetické pole každého magnetu se rozprostírá až do nekonečna. Jak jsme však viděli při pokusech, magnetické síly ubývají velice rychle se vzdáleností.



William Gilbert z Colchesteru (1540–1603) byl dvorním lékařem anglické královny Alžběty I. Byl současníkem Tychona Brahe a Jana Keplera.

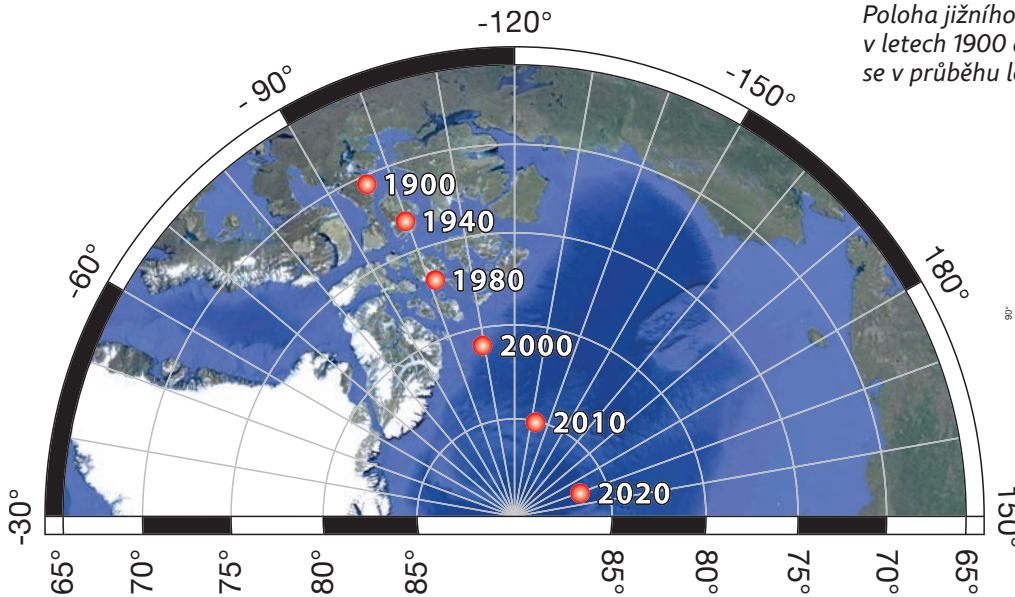


Titulní strana z Gilbertova latinského spisu De Magnete...

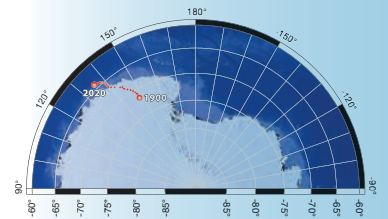
Soudobá fyzika vysvětluje, že příčinou zemského magnetického pole jsou elektrické proudy hluboko pod povrchem Země.

Na kterou světovou stranu je orientován horní konec každé mapy? Bylo tomu tak vždy? Najdi na internetu obraz nějaké staré mapy a urči její orientaci.

**Magnetické póly Země** nejsou zcela totožné s póly zeměpisnými. Pěkně je to vidět na následujícím obrázku, kde je na mapě severních polárních oblastí šipkou vyznačena poloha jižního magnetického pólu Země v letech 1900 až 2020. Důsledkem je skutečnost, že kompas neukazuje přesně k severu, ale na různých místech má střílka kompasu odchylku od přesného směru sever-jih. Této odchylce se říká **deklinace**. O této skutečnosti věděli mořeplavci již v době před Kolumbem. Námořní mapy byly vybaveny údaji o magnetické deklinaci.

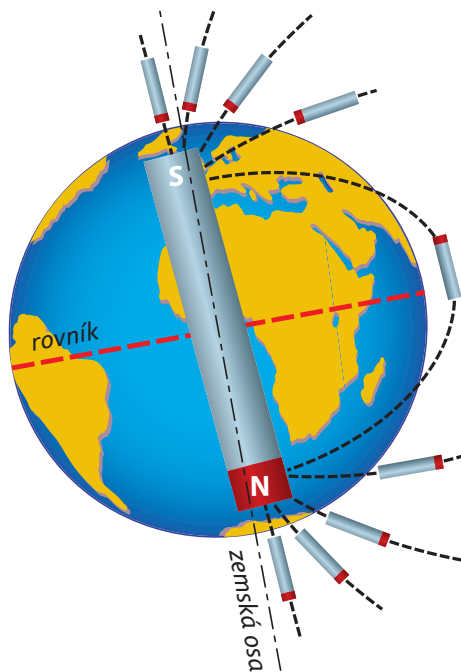


Poloha jižního magnetického pólu v letech 1900 až 2020 – magnetické póly se v průběhu let pomalu posouvají.



Poloha a pohyb severního magnetického pólu

Jak se chová střílka kompasu na magnetickém pólu Země?



Magnetické pole Země je podobné magnetickému poli tyčového magnetu. Jeho osa je přibližně rovnoběžná se zemskou osou.

*Gilbertova představa o Zemi jako o velkém magnetu. Gilbert však na severní polokouli umístil severní magnetický pól.*



Představ si magnetku s vodorovnou osou otáčení jako na obrázku.

Jak by se taková magnetka chovala na magnetickém pólu? A co by dělala v naší zeměpisné šířce? Při hledání odpovědi ti pomůže nákres vlevo.



Různá zařízení GPS navigace

V dnešní době již není orientace na povrchu Země závislá jen na využití kompasu. Používá se družicová navigace GPS, se kterou jste se seznámili v kapitole Vodorovný a svislý směr, určení polohy. Kromě klasického kompasu, jehož základní částí je otočná magnetka, se dnes využívají také kompasy elektronické, které pracují na zcela jiném principu. Elektronický kompas bývá často součástí zařízení družicové navigace GPS i mobilních telefonů.

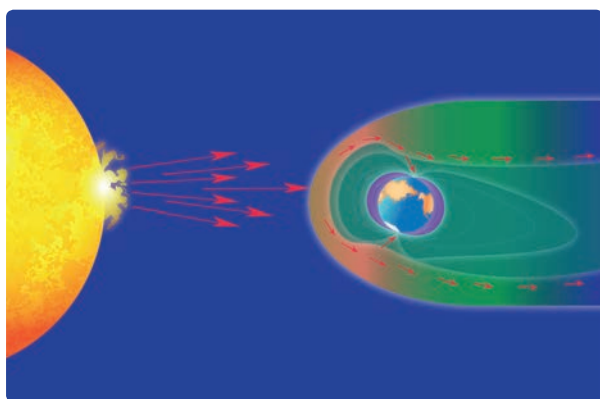
Kompas však stále slouží jako důležitá pomůcka pro udržování kurzu lodí. Lodní kompasy bývají uloženy ve výkyvném závěsu, aby při kývání lodi byla osa otáčení magnetky vždy ve svislé poloze.

**Magnetické pole Země** je nesmírně důležité pro život na Zemi. Ochrání nás před ozařováním rychlými nabitými částicemi, které k nám přicházejí ze Slunce a z kosmického prostoru.



Lodní kompas

Na kompas samozřejmě působí i jiné magnety než Země. Možná, že jste četli knihu Julese Vernea *Patnáctiletý kapitán*, ve které byl popleten mladý kapitán magnetem skrytě umístěným pod kompasem. Loď se tak dostala do Afriky místo do Ameriky.



Magnetické pole Země není také časově úplně stálé. Časové změny, které mají původ v činnosti Slunce, se nazývají magnetické bouře. Někteří lidé jsou na tyto změny citliví, a proto jsou údaje o změnách magnetického pole Země důležitou částí biopředpovědí.



Někteří ptáci využívají zemské magnetické pole k orientaci při svém tahu na zimoviště. Jsou vybaveni zvláštním orgánem, který reaguje na polohu vzhledem k magnetickým indukčním čarám.



Magnetické pole Země využívají k orientaci i další živočichové od bezobratlých až po savce – mravenci, motýli, ryby, plazi.

Na internetu najdi informace o magnetickém poli ostatních planet naší sluneční soustavy a o magnetickém poli Slunce. Existují ve vesmíru hvězdy se značně silnějším magnetickým polem, než má naše Slunce?

**S** Magnet, který se může volně otáčet kolem svislé osy, zaujme severojižní směr. Jeho severní pól ukazuje na sever. Kompas je magnetka opatřená úhломěrnou stupnicí. Příčinou toho, že strelka kompasu ukazuje na sever, je zemské magnetické pole. Magnetické pole Země je podobné magnetickému poli tyčového magnetu. Jižní magnetický pól Země leží na severní polokouli v polární oblasti, ale není totožný se zemským severním pólem.

### Otázky a úkoly

- 1 Kam míří červeně označený pól školního magnetu, když se může volně otáčet kolem svislé osy?
- 2 Co je příčinou toho, že strelka kompasu ukazuje na sever?
- 3 Čím je nutno doplnit magnetku, abys získal kompas?
- 4 Je zemské magnetické pole časově stálé? Jak se dozvíš o jeho změnách?

Navrhni postup, jak zjistit deklinaci. Co je k tomu zapotřebí?

## Elektromagnet

Vašek pokračoval ve svých experimentech. Vzpomněl si, že železné předměty mohou fungovat jako magnety, mohou samy být zmagnetovány. Zkusil proto navinout drát na železný hřebík. Překvapilo ho, jak silný magnet se mu podařilo vyrobit.



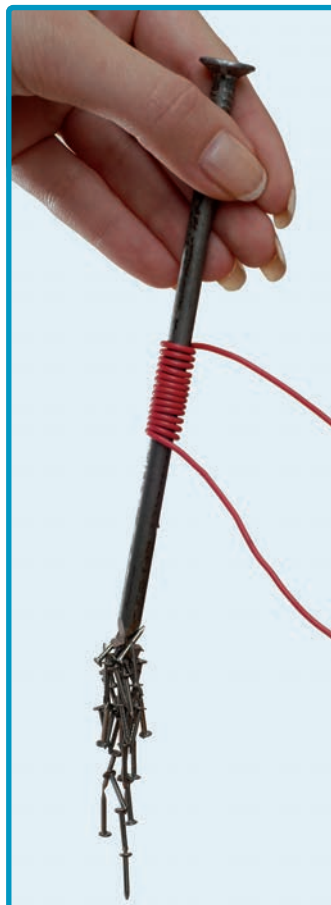
Připravíme si velký hřebík, asi 2 metry zvonkového drátu a malé hřebíčky nebo kancelářské sponky. Konce drátu v délce asi 2 cm odizolujeme. Jako zdroj použijeme plochou baterii. Na hřebík navineme asi deset až patnáct závitů drátu, necháme však na začátku a na konci drátu asi 70 cm drátu volného k připojení ke zdroji.

Hřebík držíme v ruce. Potom odizolované konce drátu připojíme k ploché baterii. Když ke špičce hřebíku přiblížíme drobné hřebíčky, přichytí se k velkému hřebíku jako k magnetu. Hřebík se stal magnetem. Když proud přeručíme, hřebíčky odpadnou.

Při tomto pokusu vznikl **elektromagnet**. Elektromagnet vznikne tak, že do cívky vložíme jádro z magneticky měkké látky. Při průchodu proudem vinutím cívky se z jádra stává dočasný magnet. Po přerušení proudu magnetické síly mizí.

Elektromagnety našly velmi široké uplatnění. Používají se například ve zvonku, v jeřábech v hutích a v jističích. Elektromagnetem lze ovládat i spínač. Takovému uspořádání se říká **relé**.

Kdybychom v elektromagnetu použili jako jádro magneticky tvrdou ocel, došlo by k jeho trvalému zmagnetování. Od jeřábu by nemohly odpadnout předměty, relé by zůstalo sepnuto.



Zkus, zda cívka bez jádra, kterou protéká proud, udrží kancelářské sponky a malé hřebíčky.

Pomocí školního magnetu si ověř, že také elektromagnet má dva póly.

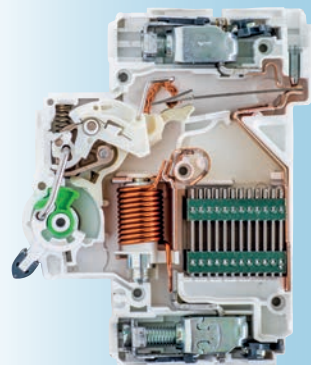
Pokud budeme „hřebíkový“ elektromagnet napájet střídavým proudem, projeví se magnetické účinky také.



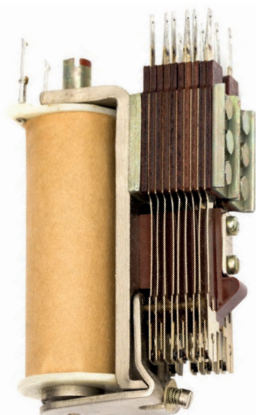
Zhotov jednoduchý elektromagnet z feritového jádra (například z feritové antény). Vinutí můžeš napájet z ploché baterie.



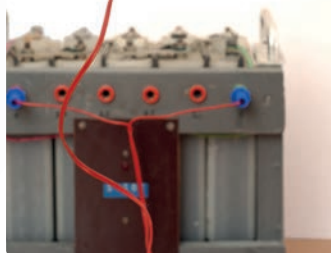
Pokud máš starý nepotřebný jistič, zkus ho rozebrat. Je v něm elektromagnet.



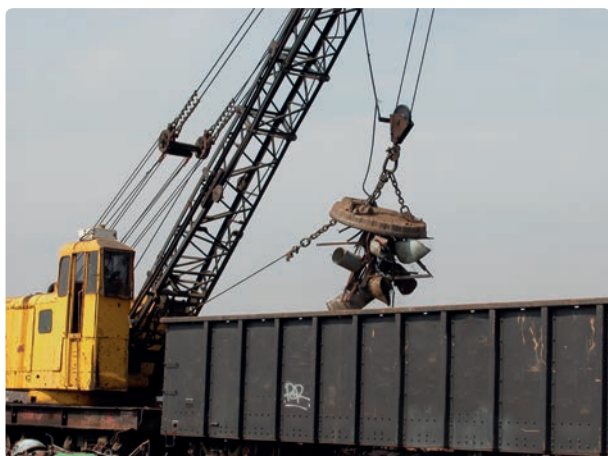
Jističe



Relé



Malý elektromagnet z relé



Průmyslový elektromagnet



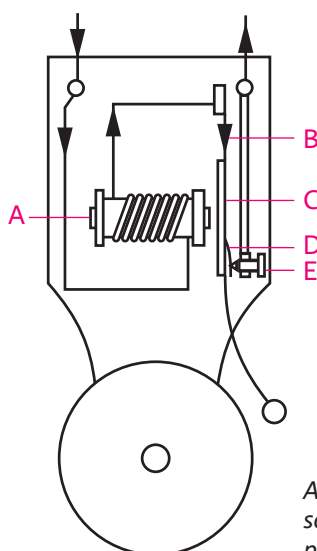
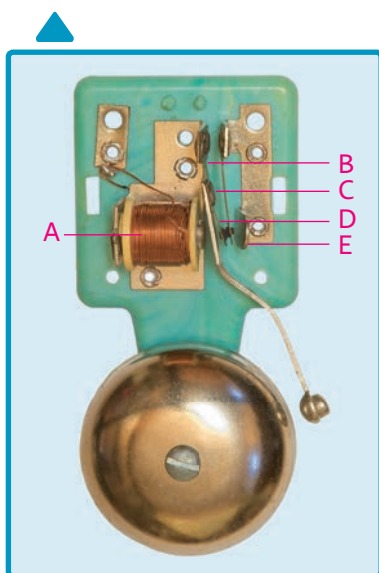
Laboratorní elektromagnet

V průmyslu se užívají velké elektromagnety, které slouží například při přemísťování železných dílů nebo železného šrotu. Po vypnutí elektrického proudu ve vinutí elektromagnetu se přenášený materiál uvolní.

Laboratorní elektromagnety slouží k vytvoření velmi silného magnetického pole.



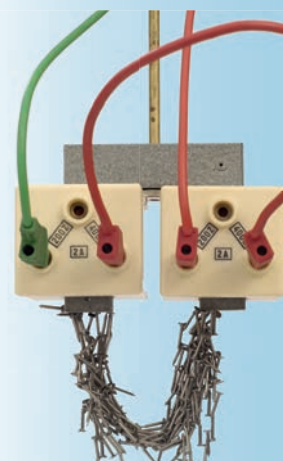
Na obrázku vlevo je starý domovní zvoněk. Dobře si prohlédni jeho zapojení. Schéma je na vedlejším obrázku. **A** je elektromagnet, součásti **B–E** tvoří přerušovač. Jakou roli hraje ve zvonku elektromagnet?



A je elektromagnet, součásti B–E tvoří přerušovač.

Kde se v domácnosti setkáme s elektromagnetem?

Sestavte si podkovovitý elektromagnet ze dvou cívek se 600 závitů a jádra ze školní soupravy. Jak je nutno zapojit cívký?



Schematická značka cívky s jádrem



**S** Elektromagnet je zařízení sestávající z cívky a železného jádra. Je to dočasný magnet. Elektromagnety mají velmi široké uplatnění ve vědě, technice i v domácnosti.

### Otázky a úkoly

- 1 Jaký vliv na elektromagnet bude mít změna směru proudu ve vinutí?
- 2 Co se stane, když do cívky vložíme tyč z tvrdé oceli a zapneme proud?
- 3 Uveď případy užití elektromagnetu v automobilu.