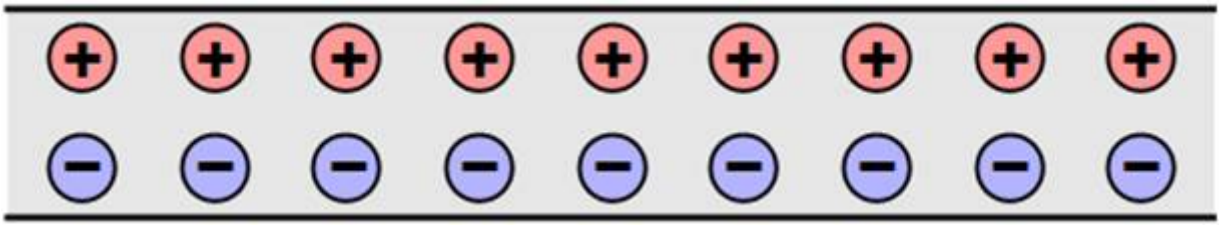
***Vysvětlení vzniku magnetického pole v okolí vodiče s proudem

Vysvětlení vzniku magnetického pole a magnetické síly v okolí vodiče, kterým prochází elektrický proud, vyplývá z úvah speciální teorie relativity.

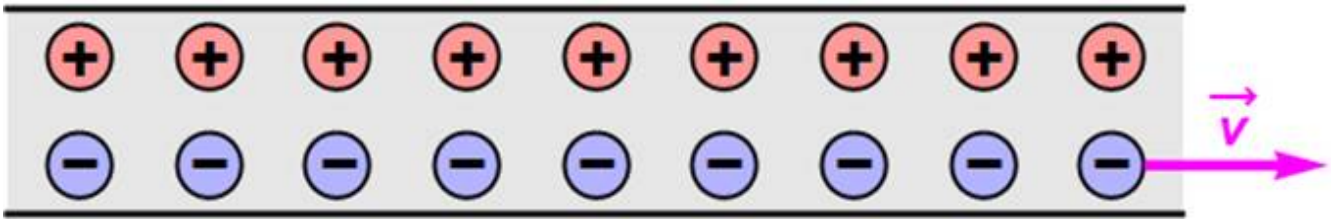
Vodič je materiál, který je elektricky neutrální, což znamená, že kladně nabitých částic je v něm stejné množství jako záporně nabitých částic. To je schematicky zobrazeno na obr. 121. Kladně nabitými částicemi jsou v tomto případě míněny atomy umístěné pevně v krystalové mříži daného materiálu, ze kterých se odtrhly některé elektrony. Tyto uvolněné elektrony jsou znázorněny modrými kroužky.

Atom, ze kterého se odtrhne jeden nebo více elektronů a který byl původně elektricky neutrální, je nyní kladně nabitý. Proto jsou atomy, kterým chybějí některé elektrony, zobrazeny jako kladně nabité (červené kroužky).



Obr. 121

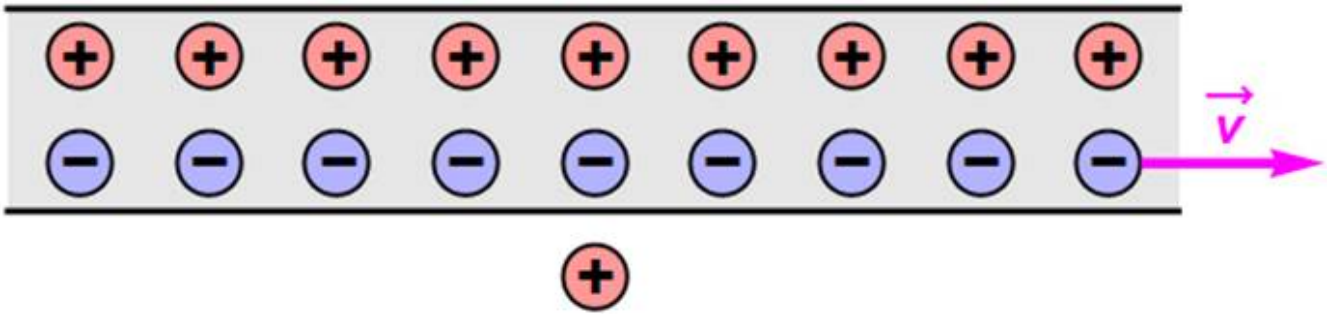
Protéká-li vodičem elektrický proud, pohybují se volné elektrony ve vodiči ve směru působení elektrostatické síly, tj. od záporného pólu zdroje napětí ke kladnému pólu zdroje napětí. Tato situace je schematicky zobrazena na obr. 122, na kterém byl směr pohybu volných elektronů zvolen náhodně.



Obr. 122

Předpokládejme, že se v okolí vodiče, kterým prochází elektrický proud, nachází volná nabitá částice. Bez újmy na obecnosti můžeme uvažovat, že se jedná o kladně nabitou částici (viz obr. 123).

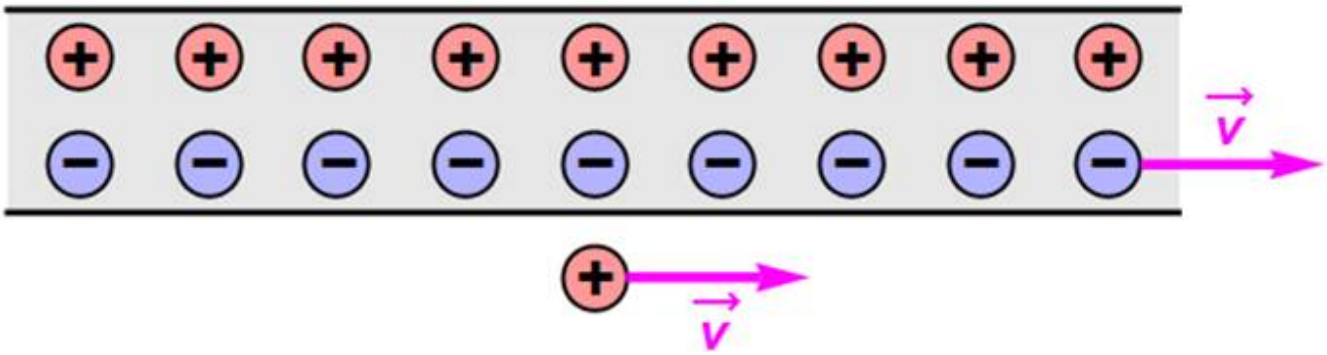
Pokud bychom uvažovali záporně nabitou částici, byl by další výklad analogický, jen by se změnil směr síly působící na tuto částici.



Obr. 123

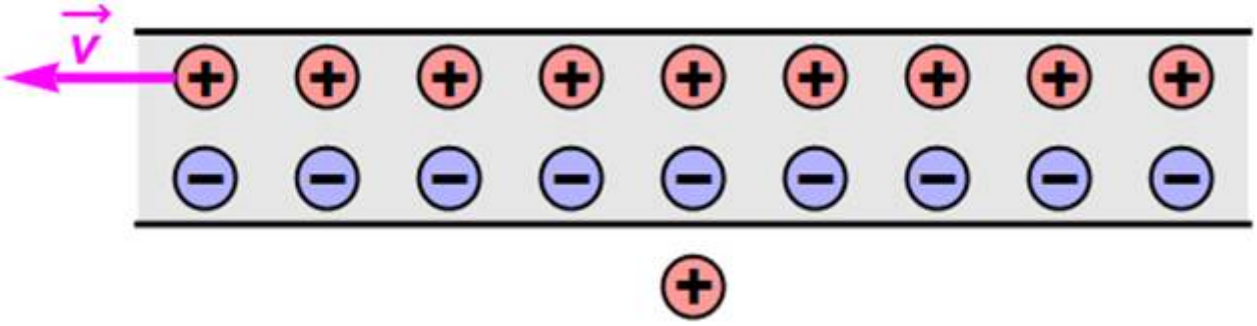
Uvažujme dále, že se tato částice bude pohybovat vzhledem k vodiči stejně velkou rychlostí a stejným směrem, jako se ve vodiči pohybují elektrony (viz obr. 124).

Stejná velikost rychlosti pohybujících se elektronů uvnitř vodiče i pohybující se částice vně vodiče byla zvolena kvůli jednoduchosti. Pokud by byly obě uvažované velikosti rychlosti různé, bylo by nutné použít relativistické skládání rychlostí pro případný kvantitativní popis tohoto problému.



Obr. 124

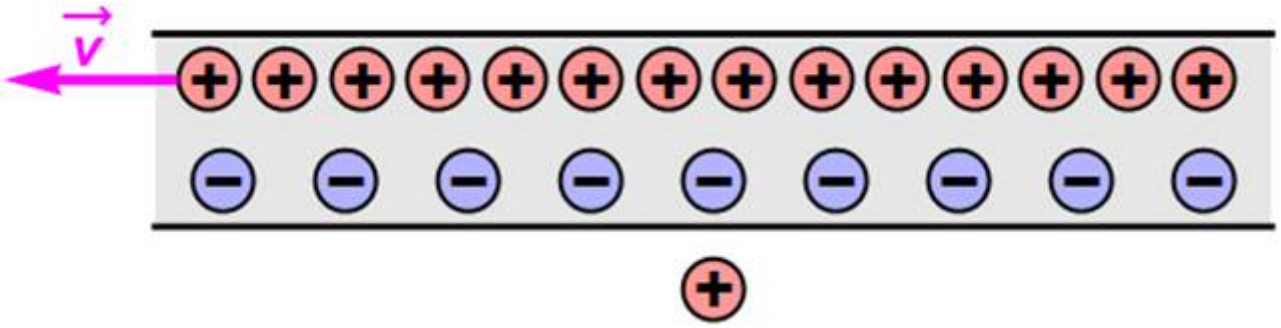
Tato situace je ale fyzikálně naprosto ekvivalentní se situací, kdy je daná částice vzhledem k vodiči v klidu, elektrony se vůči vodiči nepohybují a pohybují se kladně nabité částice ve vodiči opačným směrem, než byl původní směr pohybu elektronů a kladně nabité částice vně vodiče. Tato situace vyplývá z relativnosti pohybu a je schematicky zobrazená na obr. 125.



Obr. 125

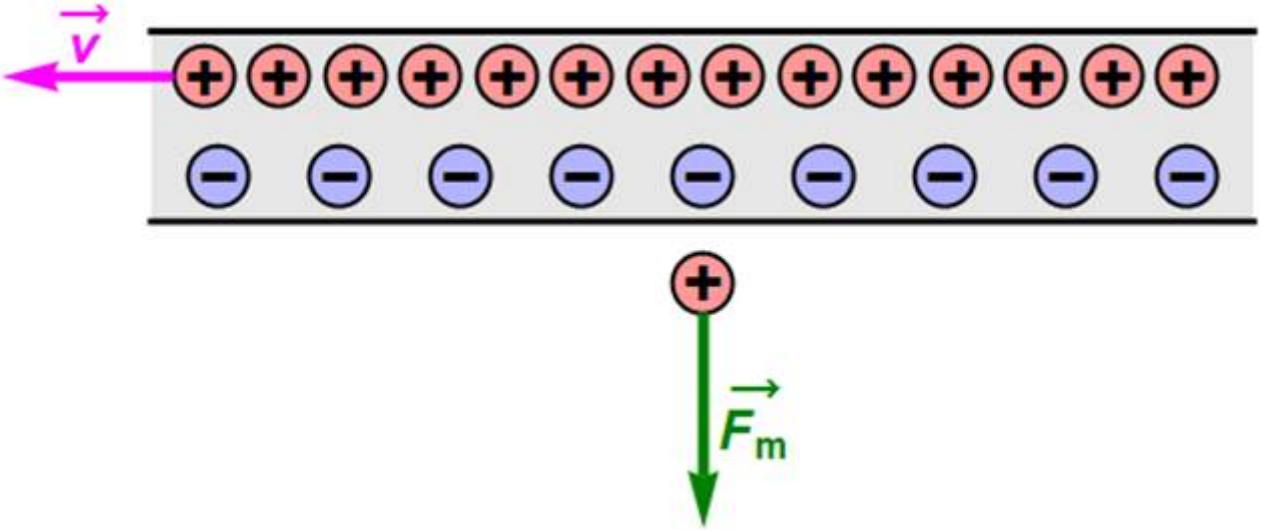
Nyní tedy vyšetřujeme situaci, kdy se vzhledem k nehybné částici vně vodiče pohybují kladně nabité částice uvnitř vodiče. Z hlediska speciální teorie relativity se ale pohybující těleso jeví vzhledem k tělesu v klidu zúžené ve směru svého pohybu; jedná se o tzv. kontrakci délek. Vzhledem k nepohyblivé kladně nabité částici vně vodiče se tedy vlivem kontrakce délek zúží i mezery mezi pohybujícími se kladně nabitými částicemi ve vodiči (viz obr. 126).

Jev kontrakce délek je RELATIVNÍ, což znamená, že by stejný efekt (tj. zúžení) nastávalo i při původní situaci, ve které se částice vně vodiče pohybovala vůči vodiči. Na výklad a pochopení právě vysvětlovaného jevu je ale přirozenější uvažovat relativní pohyb kladně nabitých částic uvnitř vodiče vůči nehybné částici vně vodiče.



Obr. 126

V důsledku toho se vzhledem ke kladné částici vně vodiči zvýší ve vodiči hustota kladného náboje, a proto na kladně nabitou částici vně vodiče začne působit síla. Tato síla, která urychluje kladně nabitou částici vně vodiče směrem od vodiče (viz obr. 127), byla nazvána **magnetická síla**. Magnetická síla (resp. magnetické pole) vznikající v okolí vodiče, kterým prochází elektrický proud, tedy vzniká v důsledku kontrakce délek vyplývající ze speciální teorie relativity.



Obr. 127

Magnetická síla je dobře v makrosvětě měřitelná i přesto, že se elektrony ve vodiči pohybují rychlostí o velikosti $10^{-12}c$, kde c je velikost rychlosti ve vakuu. Relativistická kontrakce délek je tedy na první pohled velmi malá. Důvodem, proč je takto popsaná magnetická síla makroskopicky měřitelná i při velmi slabých relativistických efektech, je fakt, že elektrostatická síla působící mezi dvěma nabitými tělesy je relativně velká. Navíc vodiče obsahují velké množství nabitých částic, což je další důvod nárůstu velikosti magnetické síly vznikající jako důsledek elektrostatické síly.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.