



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Název projektu:

Internacionalizace, spolupráce, inovace, reflexe a evaluace v přípravě budoucích učitelů

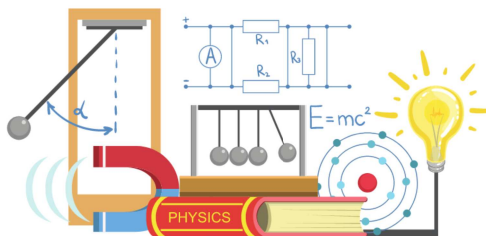
Registrační číslo:

CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_068/0015764

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 ve variantě BY-SA



Praktikum školních pokusů 2 ZŠ



Magnetismus a elektromagnetická indukce

Následující experimenty jsou čerpány z těchto zdrojů a literatury:

1. SVOBODA, Emanuel a Václav HOUDEK. Pokusy z fyziky na střední škole. Praha: Prometheus, 1997. ISBN 8071960071.
2. Veletrh nápadů učitelů fyziky (vnuf.cz)
3. FyzWeb - Experimenty s Vernierem dle kapitol v učebnicích pro ZŠ

MAGNETISMUS

ZOBRAZENÍ MAGNETICKÝCH INDUKČNÍCH ČAR

POMŮCKY:

železné piliny
magnety různých tvarů
desku z plexiskla
rámeček, na který se nechá destička položit

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na stůl položte magnet a nad něj (asi ve vzdálenosti 1 cm) umístíme plastovou destičku. Na destičku jemně „poprášíme“ železnými pilinami. Pokus opakujeme na různou vzdálenost destičky od magnetu a magnety různého tvaru.

VYSVĚTLENÍ:

Pozorujeme, že piliny jsou uspořádány v jakýchsi řetězcích, které vytvářejí určitý obrazec. Nejvíce pilin je kolem pólů magnetu. V okolí střední části magnetu jsou řetězce pilin dále od sebe. Řetězky pilin modelují magnetické indukční čáry zobrazující magnetické pole.

POZNÁMKY

Pro žáky jsou ideální plastové talířky, piliny se jim nikam nerozutečou.

MAGNETICKÉ POLE MEZI DVĚMA MAGNETY

POMŮCKY:

železné piliny
magnety různých tvarů
desku z plexiskla
rámeček, na který se nechá destička položit

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Položte proti sobě opačnými póly dva tyčové magnety a nad ně umístěte podložku. Destičku opět posypeme železnými pilinami. Magnety přikládejte k sobě různými způsoby a pozoruj změny průběhu indukčních čar.

Jakmile vyzkoušíte dva, přidejte třetí magnet a postup opakujte.

VYSVĚTLENÍ:

Magnet má dva různé póly. Dvojice magnetů vytváří ve svém okolí magnetické pole, jehož siločáry ukazují různý průběh při různé vzájemné poloze magnetů.

POZNÁMKY

3D MODEL MAGNETICKÉHO POLE

POMŮCKY:

nádobka s víčkem
plastová zkumavka s víčkem
malý tyčový magnet, který se vejde do plastové zkumavky
piliny
papírový kapesník

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Do víčka nádoby uděláme díru, která odpovídá průměru plastové zkumavky. Do vzniklé díry zasadíme zkumavku tak, aby směřovala po našroubování víčka do nádoby.

Pokud je otvor příliš veliký, zkumavku zajistíme lepidlem. Do nádoby nasypeme jemné železné piliny a uzavřeme ji víčkem. Do zkumavky opatrně zasuneme malý tyčový magnet a zajistíme jej proti posunu, např. papírovým kapesníkem, a uzavřeme víčkem.

Nádobkou zatřeseeme a pozorujeme.

VYSVĚTLENÍ:

Pozorujeme, že piliny opět modelují magnetické indukční čáry, ale tentokrát díky tomu, že je magnet umístěn v prostoru, vznikl 3D model magnetického pole.

POZNÁMKY

ZKOUMÁME MAGNETICKÉ POLE PERMANENTNÍHO MAGNETU

POMŮCKY:

datologger VERNIER
teslametr MG-BTA,
permanentní magnety

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Připojíme teslametr MG-BTA k dataloggeru. Na teslametru nastavíme rozsah 6,4 mT. Zapneme datalogger a nastavíme v menu Senzory – Záznam dat: Trvání: 10 s, Frekvence: 20 čtení/s. Stiskneme tlačítko START a pomalu přibližujeme teslametr k severnímu pólu magnetu a následně jej od severního pólu magnetu oddalujeme. Měření zopakujeme i pro jižní pól magnetu. Jako další krok pohybujeme teslametrem kolmo na magnet od severního pólu k jižnímu pólu magnetu.

VYSVĚTLENÍ:

Kolem každého permanentního magnetu je magnetické pole, které lze teslametrem zaznamenat. nejvyšší je na pólech a nejnižší je uprostřed netečného pásma.

POZNÁMKY

MAGNETICKÁ INDUKCE MAGNETICKÉHO POLE ZEMĚ

POMŮCKY:

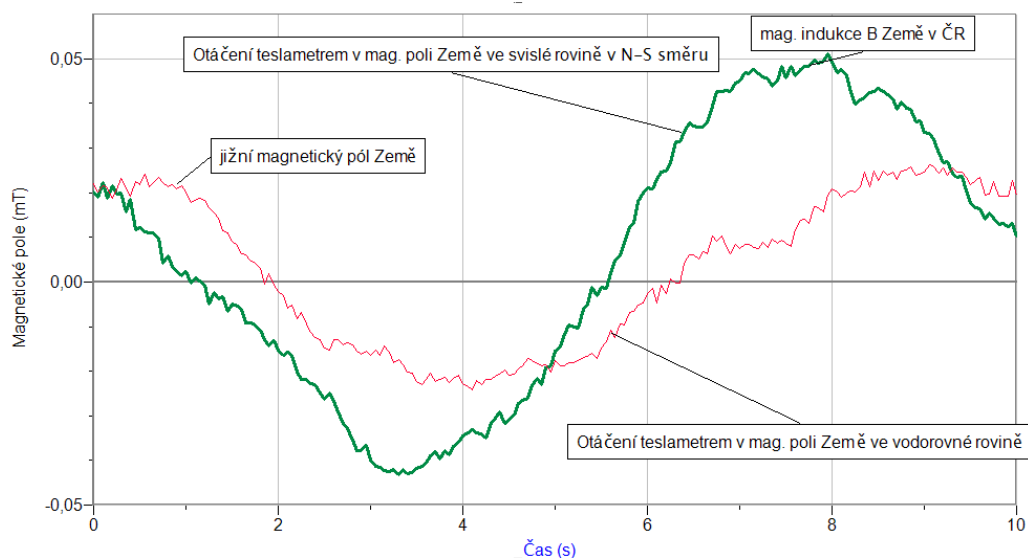
datologger VERNIER
teslametr MG-BTA

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Připojíme teslametr MG-BTA k dataloggeru. Na teslametru nastavíme rozsah 6,4 mT. Zapneme datalogger a nastavíme v menu Senzory – Trvání: 10 s, Frekvence: 20 čtení/s. Dále zvolíme zobrazení Graf.

Odstartujeme měření a pomalu ve vodorovné rovině otáčíme teslametrem v magnetickém poli Země. Pozorujeme, kde je maximum a kde je minimum (N a S magnetický pól). Z maximálních hodnot odečteme vodorovnou amplitudu magnetické indukce B Země.

Odstartujeme druhé měření a pomalu ve svislé rovině (N-S směr) otáčíme teslametrem v magnetickém poli Země. Pozorujeme, kde je maximum a kde je minimum. Maximální hodnota je hodnotou magnetické indukce B Země.



VYSVĚTLENÍ:

Magnetické pole popisuje veličina magnetická indukce B . Měříme ji v jednotkách tesla (T). Magnetickou indukci měříme teslametrem. Zemské magnetické pole v ČR má magnetickou indukci 0,048 mT.

POZNÁMKY

PŮSOBÍ MAGNET NA DÁLKU 1

POMŮCKY:

umělý magnet
železný předmět (např. kancelářské sponky)
vhodné kulaté předměty (voskové pastelky, fixy, brčka...)



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Vhodný železný předmět položíme kolmo na kulaté předměty, které jsme naskládali vodorovně za sebou. Vezmeme do ruky magnet a opatrně jej bude přibližovat k železnému předmětu.

Pozice magnetu a železného předmětu vyměníme. Opět prozkoumáme jejich chování.

VYSVĚTLENÍ:

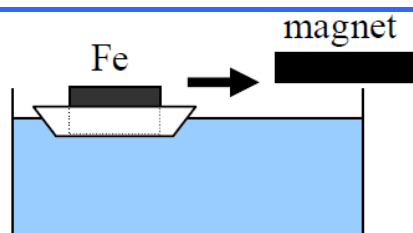
Čím je menší vzdálenost mezi magnetem a železným předmětem, tím je přitažlivé působení magnetu větší. Přitažlivé působení magnetu se zvětšuje úměrně s klesající vzdáleností mezi magnetem a železným předmětem.

POZNÁMKY

PŮSOBÍ MAGNET NA DÁLKU 2

POMŮCKY:

umělý magnet
železný předmět, kancelářské sponky
plastová miska (lodička)
větší nádoba s vodou



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Do větší nádoby s vodou umístíme lodičku, na kterou položíme vhodný železný předmět. Vezmeme do ruky magnet a opatrně jej bude přibližovat k železnému předmětu. Pozice magnetu a železného předmětu vyměníme. Opět prozkoumáme jejich chování.

VYSVĚTLENÍ:

Přitažlivé působení magnetu se zvětšuje úměrně s klesající vzdáleností mezi magnetem a železným předmětem.

POZNÁMKY

ZÁVODY S PLECHOVKAMI

POMŮCKY:

umělé magnety (ideálně tyčové)
plechovky od nápojů (ne hliníkové)

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na dlouhý stůl nebo podlahu vyznačíme dráhu pro závody (start a cíl). Plechovku umístíme na start. Přibližováním magnetu uvedeme plechovku do pohybu. Která plechovka první projede cílem, vyhrává.

VYSVĚTLENÍ:

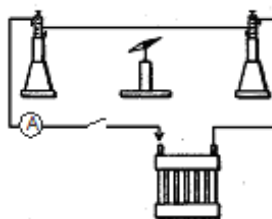
Přitažlivé působení magnetu se zvětšuje úměrně s klesající vzdáleností mezi magnetem a železným předmětem.

POZNÁMKY

PŮSOBENÍ MAGNETICKÉHO POLE VODIČE S PROUDEM NA PERMANENTNÍ MAGNET

POMŮCKY:

zdroj ss napětí
reostat
dvě svorky
spínač
deklinální magnetka
dřevěné podložky
ss ampérmetr
spojovací vodiče



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zdroj napětí, reostat, ampérmetr, spínač a vodorovný přímý vodič upnutý do Holtzových svorek a zapojíme sériově. Přímý vodič orientujeme ve směru sever-jih (jak míří magnetka) a umístíme ho nad ní. Vzdálenost magnetky od přímého vodiče volíme asi 1 cm. Reostatem nastavíme proud asi 5 A. Je také vhodné vyznačit šipkou směr proudu v přímém vodiči. Zapneme proud spínačem. Pozorujeme, že se magnetka vychýlí ze svého původního směru. Pak změníme směr proudu v přímém vodiči záměnou přírodních vodičů na Holzových svorkách. Magnetka se vychýlí na opačnou stranu. Analogické pokusy provedeme tak, že vodič umístíme 1 cm pod magnetku. Ve všech případech výsledek konfrontujeme s Ampérovým pravidlem pravé ruky.

VYSVĚTLENÍ:

Z provedených pokusů vyplývá, že v okolí přímého vodiče s proudem je magnetické pole. Pro vychylování magnetky v tomto poli platí Ampérovo pravidlo pravé ruky. Přiložíme-li pravou ruku k vodiči tak, aby dlaň byla přivrácena k magnetce a prsty ukazovaly směr proudu, pak odchýlený palec ukazuje směr výchylky severního pólu magnetky.

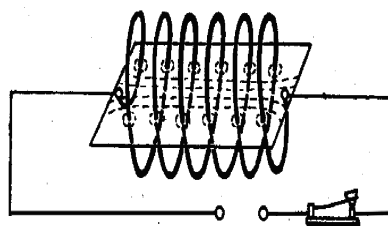
Magnetka se ovšem nevychyluje přesně kolmo k vodiči, jak tvrdí pravidlo, protože se uplatňuje horizontální složka magnetického pole Země mířící ve směru vodiče.

POZNÁMKY

MAGNETICKÉ POLE PŘÍMÉHO VODIČE A CÍVKY

POMŮCKY:

přímý vodič
akumulátor
deklinální magnetka
karton
ocelové piliny
stativová souprava s izolačními svorkami
spojovací vodiče o velkém průřezu



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Tuhý karton s otvorem uprostřed navlékneme na svislý vodič a upevníme do svorky ve vodorovné poloze. Jeden přívodní vodič připojíme přímo na jednu svorku akumulátoru. Koncem druhé svorky se krátce (0,5 s – 1 s) dotkneme druhého pólu akumulátoru a při tom jemně Źukneme do kartonu, který jsme předtím „pocukrovali“ železnými pilinami. Piliny vytvoří obrazec připomínající soustavu soustředných kružnic. Obrazec modeluje průběh magnetických indukčních čar.

Postavíme na karton magnetku, která ukáže jejich orientaci.

VYSVĚTLENÍ:

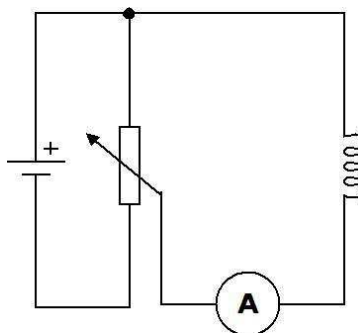
Pilinový obrazec umožňuje získat představu o průběhu magnetických indukčních čar přímého vodiče s proudem. Magnetické indukční čáry magnetického pole přímého vodiče s proudem jsou orientované kružnice ležící v rovině kolmé na osu vodiče, se středy v jeho ose. Jejich orientaci lze určit Ampérovým pravidlem.

POZNÁMKY

MAGNETICKÉ POLE CÍVKY

POMŮCKY:

Zdroj stejnosměrného napětí
(plochá baterie 4,5 V)
LabQuest spojený s
počítačem
ampérmetr Vernier
teslametr Vernier
reostat
vodiče



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Jako ampérmetr a teslametr použijeme moduly Vernier, které připojíme přes LabQuest k počítači. V programu Logger Pro upravíme grafický výstup. Odstraníme graf $I = f(t)$ a ponecháme graf $B = f(t)$, který dále upravíme na požadovanou závislost $B = f(I)$ kliknutím na popis osy grafu. Při odpojení zdroje vynulujeme ampérmetr a teslametr, abychom vyloučili vliv zemského magnetického pole.

Spustíme vlastní měření. Posunem jezdcy postupně zvyšujeme napětí a vždy tlačítkem Zachovat ukládáme aktuální dvojici hodnot proudu a napětí, která se zobrazí v grafu. Dbáme na to, aby hodnoty měřených veličin nepřesáhly rozsah 600 mA pro ampérmetr.

Prochází-li cívkou elektrický proud, cívka se stává zdrojem magnetického pole. Je-li cívka ve tvaru solenoidu, vzniká v dutině cívky přibližně homogenní pole a pro velikost magnetické indukce.

VYSVĚTLENÍ:

Vidíme, že se snižujícím se počtem závitů magnetická indukce klesá.

POZNÁMKY

VZNIK INDUKOVANÉHO NAPĚTÍ PŘI ZMĚNĚ VZÁJEMNÉ POLOHY CÍVKY A MAGNETU.

POMŮCKY:

ss voltmetr s nulou uprostřed
tyčový magnet
cívka 600z
spojovací vodiče

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Cívku položíme na stůl tak, aby její osa byla svislá, a připojíme ji rovnou k voltmetru. Nastavíme rozsah voltmetru tak, aby při zasouvání magnetu do cívky byla výchylka dobře vidět.

Tyčový magnet vsuneme jedním koncem do cívky. Na voltmetru pozorujeme výchylku určitého směru a jisté maximální hodnoty. Počkáme, až se voltmetr vrátí do své původní polohy. Potom rychle vysuneme magnet z cívky. Výchylka voltmetru bude opačná a po vyjmutí magnetu se opět ručka vrátí do nulové polohy.

Tentýž pokus provedeme několikrát s různou rychlostí při stejné počáteční a koncové poloze magnetu vzhledem k cívce. Pozorujeme, že při rychlejším pohybu magnetu vzniká větší výchylka, tj. vzniká větší indukované napětí v cívce.

Tytéž pokusy provedeme se vsunováním a vysunováním druhého konce magnetu. Výchylky jsou nyní opačného směru než v předcházejících případech.

4. Uchopíme jednou rukou magnet za jeho konec, ponecháme ho v klidu a druhou rukou na něj nasuneme cívku. Voltmetr ukáže výchylku. Počkáme, až se ukazatel voltmetru ustálí v nulové poloze., Pak cívku stejně rychle vzdálíme. Při vzdalování cívky vznikne výchylka opačného směru. Vsuneme magnet do cívky, prsty ruky ho přidržujeme v cívce a touto soustavou jako celkem provádíme různé pohyby tak, aby se vzájemná poloha cívky a magnetu neměnila. Voltmetr neukazuje žádnou výchylku. Tok indukčních čar závity cívky je konstantní.

VYSVĚTLENÍ:

Při změně toku indukčních čar závity cívky vzniká v cívce indukované elektrické napětí. Při rychlejší změně toku cívkou se v ní indukuje větší napětí.

POZNÁMKY

ZÁVISLOST INDUKOVANÉHO NAPĚTÍ NA POČTU ZÁVITŮ CÍVKY

POMŮCKY:

ss voltmetr
cívky 300z, 600z, 1200z
tyčový magnet
spojovací vodiče

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Tři cívky postavíme s osami svislými do řady a spojíme je do série spolu s voltmetrem. Vyzkoušíme, zda nastavená citlivost voltmetru vyhovující pro získání dostatečně velkých výchylek ukazatele při zasouvání a vysouvání magnetu do cívky 300 z.

Magnet vsouváme stejnou rychlostí postupně do všech tří cívek. Největší výchylka vznikne u cívky s největším počtem závitů, nejmenší u cívky s nejmenším počtem závitů.

VYSVĚTLENÍ:

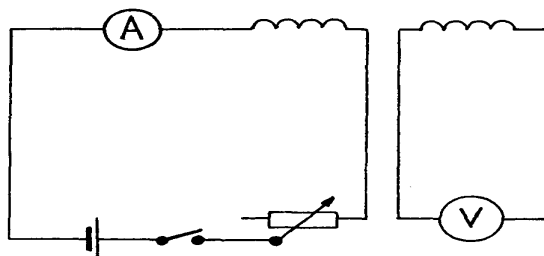
Indukované elektromotorické napětí v cívce je při stejné rychlosti zasouvání tím větší, čím větší je počet závitů, a tím větší celkový tok indukčních čar plochou obvodu.

POZNÁMKY

NAPĚTÍ INDUKOVANÉ V SEKUNDÁRNÍ CÍVCE

POMŮCKY:

akumulátor
cívky 600 z, 1200 z
ss ampérmetr 3 A
ss voltmetr s ukazovatelem uprostřed
krátké a dlouhé jádro
reostat 100 
signální generátor
spínač
spojovací vodiče



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zapojíme nejdříve primární obvod: akumulátor, spínač, reostat, cívku 600 z a ampérmetr spojíme do série.

Sekundární obvod vytvoříme připojením cívky 1200 z k demonstračnímu voltmetru.

Největší výchylky voltmetru odpovídají vypnutí a zapnutí proudu v primární cívce spínačem. Zpočátku je vhodné proud nastavit rozsah voltmetru a proud v primárním obvodu tak, aby jeho vypnutí (zapnutí) nezpůsobilo nárazy ukazovatele voltmetru při plné výchylce.

Pokus provedeme v několika krocích:

- Nejprve umístíme obě cívky vedle sebe na stůl (bez jádra) tak, že mají společnou osu a v primárním obvodu nastavíme proud 2 A. Vzájemným pohybem cívek vyvoláme vznik indukovaného napětí v sekundární cívce
- Přerušíme sekundární obvod (vytažením banánku ze zdířky) a pak opět spojíme sekundární obvod. V sekundární cívce se opět indukuje napětí.
- Obě cívky navlékneme na totéž dlouhé jádro. Reostatem zmenšujeme a opět zvětšujeme proud v primární cívce. Voltmetr zaznamená příslušná napětí indukovaná v sekundární cívce opačnými výchylkami, které jsou značně větší, než v případě bez jádra. Rychleji provedené změně proudu v primární cívce odpovídá větší indukované napětí (výchylka voltmetru).
- Z obvodu vyřadíme reostat a akumulátor a ke svorkám primární cívky připojíme signální generátor, jehož frekvenci nastavíme zhruba na 1 Hz a napětí volíme tak, aby amplituda proudu nepřekročila 0,5 A. Pozorujeme průběh indukovaného napětí v sekundární cívce, které je úměrné proudu v primární cívce.

Vznik indukovaného napětí v sekundární cívce demonstrujeme při vzájemném pohybu cívek při změně permeability prostředí (pomocí jádra) při zapnutí nebo vypnutí primárního proudu při zvětšení nebo zmenšení primárního proudu. při střídavém proudu v primární cívce

VYSVĚTLENÍ:

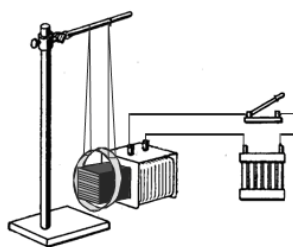
Indukované elektromotorické napětí v sekundární cívce vzniká vždycky, když se s časem mění magnetický indukční tok touto cívkou. Indukované elektromotorické napětí závisí na rychlosti časové změny magnetického indukčního toku cívkou. Rychlejší časové změně odpovídá větší indukované elektromotorické napětí. Při zmenšování primárního proudu se indukuje v sekundární cívce napětí opačného znaménka, než při jeho zvětšování.

POZNÁMKY

SMĚR INDUKOVANÉHO PROUDU V JEDNOZÁVITOVÉ SEKUNDÁRNÍ CÍVCE

POMŮCKY:

stativový materiál
cívka 600 z
vodiče
provázek
prstenec
spínač
akumulátor



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na dlouhé jádro nasuneme cívkou. Připojíme ji přes reostat a spínač k akumulátoru. Na vyčnívající jádro navlékneme prstenec na dvojitě závěsu tak, aby byl volně pohyblivý.

Zkontrolujeme, zda je prstenec v klidu. Zapneme proud. Prstenec se od cívky jakoby nárazem vzdálí a pak se ustálí v původní poloze.

Když se prstenec uklidní, přerušíme proud. Prstenec se nyní vychýlí na opačnou stranu, tj. k cívce, a pak koná tlumené kmity.

Uklidníme prstenec a ještě jednou opakujeme kroky

VYSVĚTLENÍ:

Při zapnutí primárního proudu vzniká v prstenci (tj. v sekundární cívce) indukovaný proud, který má opačný směr než proud primární (proudy nesouhlasných směrů se odpuzují). Při přerušení primárního proudu se indukuje v prstenci proud téhož směru, jaký má rychle zanikající proud primární (proudy souhlasných směrů se přitahují). Výsledek pokusu opět potvrzuje platnost Lenzova zákona.

POZNÁMKY

BODOVÉ SVÁŘENÍ A TAVENÍ KOVU

POMŮCKY:

U jádro lístkové
krátké jádro
papírový obal jádra
upínací zařízení
cívka 1 závit
cívka 600z
cívka 6 z s držadly
nehořlavá deska
spojovací vodiče
ocelový hřebík

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Sváření

Složíme transformátor. Primární cívka má 600 z, sekundární cívka 6 z měděného drátu o průměru 5 mm a přechází ve dvě ramena s izolačními držadly a dvěma elektrodami pro bodové sváření. Na jádro pod závity sekundární cívky nasuneme papírový obal, aby nevznikl zkrat. Svorky sekundární cívky spojíme hřebíkem nakrátko. Hřebík dobře utáhneme, abychom zmenšili přechodový odpor v místě upevnění. Na stůl pod hřebík položíme nehořlavou desku, aby se při případném odkápnutí kovu nepoškodila deska stolu. Primární cívku připojíme na síťové napětí 230V a hřebíkem necháme procházet proud tak dlouho, až se hřebík rozžhaví do bílého žáru resp. přetaví.

Tavení

Cívku se 6 závity nahradíme „cívkou“ o 1 závit. Indukovaný proud v závitě roztaví cín v žlábků cívky, nebo uvede do varu vodu ve žlábků.

VYSVĚTLENÍ:

Hřebík má v sekundárním obvodu největší odpor, proto se při velké hodnotě proudu uvolní v hřebíku velké teplo potřebné k jeho rozžhavení či roztavení.

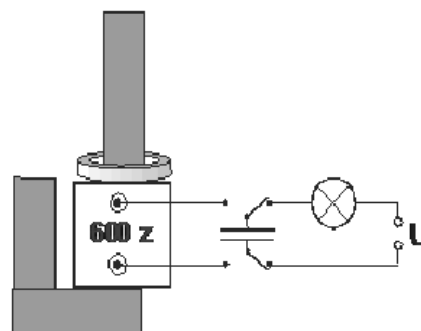
Indukovaný proud v závitě roztaví Jouleovým teplem cín (princip indukční pece).

POZNÁMKY

ÚČINKY INDUKOVANÉHO PROUDU V PRSTEVCI PŘI PROUDOVÉM NÁRAZU V PRIMÁRNÍ CÍVCE

POMŮCKY:

cívka 600 z
ss zdroj napětí
dlouhé I jádro a U jádro
kondenzátor o velké kapacitě
hliníkový prstenec
žárovka
přepínač
spojovací vodiče



PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Sestavíme obvod podle obrázku. Cívku navlékneme na U jádro, na které postavíme ještě I jádro. Na jádro navlékneme hliníkový prstenec.

Přepneme přepínač do polohy, v níž se nabije kondenzátor přes žárovku. Poté přepínač přepneme do polohy, kdy se kondenzátor vybíjí přes cívku. Indukovaný proud v prstenci je takového směru, že magnetické pole jím vytvářené v interakci s polem primární cívky vymrští prstenec vzhůru.

VYSVĚTLENÍ:

Podle Lenzova pravidla je při vzrůstu magnetického indukčního toku obvodem magnetické pole indukovaného proudu namířeno proti této změně.

POZNÁMKY

VÍŘIVÉ PROUDY

POMŮCKY:

silný magnet
mosazné závaží
hliníková podložka
dřevěná nebo plastová podložka

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Obě podložky nastavím tak, aby měly stejný sklon. Ukážeme, že mosazné závaží klouže po hliníkové podložce s větším zrychlením vzhledem k menšímu koeficientu smykového tření.

Při klouzání magnetu je ale jeho pohyb po hliníkové podložce podstatně pomalejší.

VYSVĚTLENÍ:

Klouzající magnet indukuje v hliníkové podložce elektrické proudy, ty ho svým magnetickým polem brzdí.

POZNÁMKY

Efektní je pokus s extrémně pomalým pádem silného magnetu měděnou trubičkou, opět vlivem brzdících magnetických sil indukovaných (vířivých) proudů.

BODOVÉ SVÁŘENÍ A TAVENÍ KOVU

POMŮCKY:

hliníkové zavařovací víčko s důlkem uprostřed
podstavec s hrotem
kádinka
silný magnet na dvojzávěsu ze šňůrek

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Šňůrky, na nichž visí magnet několikanásobnou rotací magnetu, smotáme tak, aby po puštění magnet nad víčkem roztočily.

Rotující magnet uvede víčko do rotace. Aby bylo zřejmé, že k rotaci nedochází proudícím vzduchem, přiklopíme víčko kádinkou. Vzdálenost magnetu od víčka ale musí zůstat dostatečně malá.

VYSVĚTLENÍ:

Proměnné magnetické pole indukuje ve víčku vířivé proudy takového směru, že brání této změně. Rotace víčka probíhá tedy se stejnou orientací jako rotace magnetu.

POZNÁMKY