

Peter Demkanin – Peter Horváth – Soňa Chalupková
Zuzana Markovičová

Fyzika

**pre 2. ročník gymnázia
a 6. ročník gymnázia
s osemročným štúdiom**

konali, avšak stále je čo skúmať a objavovať. Stále sa dá hľadať využitie získaných poznatkov na zlepšenie kvality nášho života.



V učebnici sú zaradené rôznorodé úlohy. Odporúčame vám usilovať sa ich vyriešiť. Prvú z nich sme zaradili hneď do tohto úvodu.

Úloha

1. Čo by ste chceli mať v živote? Ako vám k tomu môže prispieť vaše fyzikálne vzdelanie?

Fyzika sa radí medzi exaktné vedy. Napriek tomu viaceré z riešení úloh sú v tejto učebnici iba naznačené a nie sú úplné. Tak je to aj pri tejto úlohe.

Riešenie: Väčšina z odpovedí určite bude obsahovať slovo zdravie. Chceli by ste **rozumieť princípom prístrojov používaných v medicíne**? Chceli by ste, v prípade potreby, byť schopní spolupracovať so svojim lekárom pri výbere najvhodnejšej diagnostiky a terapie? Asi áno. Aj keď nie je cieľom fyzikálneho vzdelávania oboznámiť vás s princípmi všetkých medicínskych prístrojov, patrí medzi ciele rozvinúť vaše schopnosti a odovzdať vám základné najvšeobecnejšie informácie potrebné na to, aby ste v budúcnosti boli schopní s porozumením si prečítať článok v časopise venujúci sa prístroju, ktorý sa lekár chystá použiť.

Niektoré z odpovedí budú obsahovať aj veci materiálneho charakteru. Napríklad väčšina z vás chce mať v budúcnosti **bezpečné, spoľahlivé a úsporné auto, šetrné k prírode**. Čo je potrebné spraviť pre to, aby ste ho v budúcnosti mali? Asi si odpoviete, že si musíte našetriť dostatok peňazí. Ale to nestačí, niekto musí také auto vyrobiť. Pri vývoji napríklad aj automobilu sa uplatňujú nielen fyzikálne zákony, ale tiež koordinácia práce v kolektíve.

...,viacerí z vás sa rozhodnú pokračovať v štúdiu fyziky na niektorej z vysokých škôl... štúdium fyziky, ako aj výskum vo viacerých fyzikálnych odboroch na našej fakulte, dosahuje špičkovú európsku úroveň. Všetci súčasní absolventi FMFI UK si nachádzajú uplatnenie, viacerí špičkovu ohodnotené uplatnenie v odbore, ktorý vyštudovali“... z rozhovoru s doc. RNDr. Jánom Boďom, CSc., dekanom Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, 15. 2. 2010.

V niektorých kapitolách vás vyzývame dopĺňať údaje do tabuliek, do grafov alebo do obrázkov. Pokiaľ používate zapožičanú učebnicu, nič do nej priamo nevpisujte, ani nedokresľujte. Obrázok, tabuľku alebo graf si prekreslite (skopírujte) do zošitov a požadované údaje dopisujte iba do takto vytvorených kópií.



Pozrime sa na situáciu bližšie, vyriešme nasledujúcu úlohu.

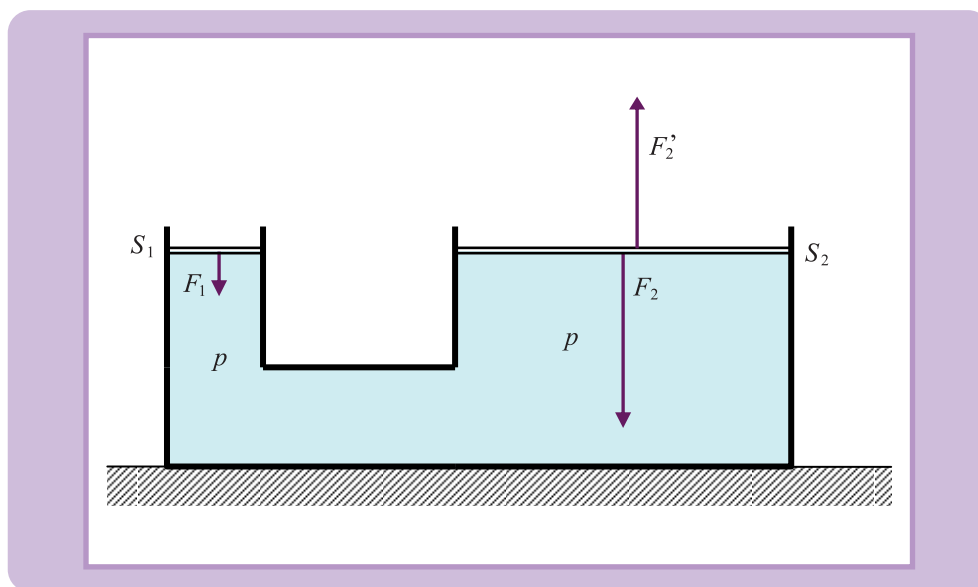
Úloha

Menší piest s plochou podstavy S_1 pôsobí na kvapalinu silou F_1 . V kvapaline tým vyvolá tlak p_1 . Akou silou musí pôsobiť na kvapalinu väčší piest s plochou podstavy S_2 tak, aby piesty zostali v pokoji?

Riešenie: Celkový tlak v istom bode kvapaliny je $\frac{F_1}{S_1} + h\rho g + p_a$. Predpokladajme, že výškový rozdiel hladín kvapaliny v piestoch je zanedbateľný. Atmosférický tlak pôsobí na obidve podstavy oboch valcov, teda sily vyvolané atmosférickým tlakom môžeme tiež zanedbať. Potom sa stačí zaoberať parciálnym tlakom od piestu, ktorý je podľa Pascalovho zákona všade v kvapaline rovnaký, rovnajúci sa $\frac{F_1}{S_1}$. Označíme ho p .

Platí:

$p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F'_2}{S_2}$, kde F'_2 je sila, ktorou pôsobí kvapalina na piest s plošným obsahom S_2 . Ak vezmeme do úvahy tretí Newtonov zákon, potom aj piest pôsobí na kvapalinu rovnako veľkou silou.



Rovnicu $p = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F'_2}{S_2}$ môžeme nazývať rovnicou hydraulického lisu. Môžeme ju použiť v mnohých analogických situáciách.

Rovnica hydraulického lisu

Úlohy

1. Menší piest hydraulického lisu znázorneného na predchádzajúcom obrázku má plošný obsah podstavy 1 cm^2 a väčší piest 50 cm^2 . Potrebujeme, aby tento lis stlačil lisovaný výrobok silou 10^4 N po dráhe 5 mm . Vypočítajte, akou silou musíme pôsobiť na menší piest lisu, o akú dráhu musíme tento piest posunúť a akú prácu pritom vykonáme.

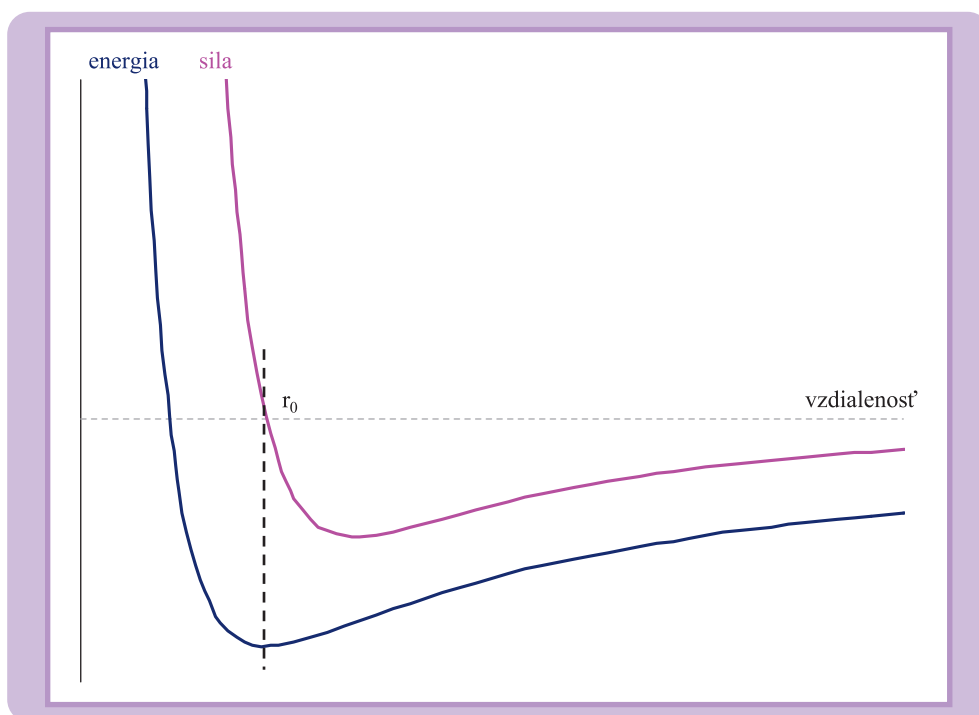


Molekuly na seba vzájomne pôsobia. Vzájomné pôsobenie dvoch molekúl možno znázorniť graficky. Na vodorovnú os grafu dajme vzájomnú vzdialenosť dvoch častíc. Na zvislú os dve veličiny. Jednou je sila, ktorou na seba častice vzájomne pôsobia, druhou je potenciálna energia častíc. V kladnej časti zvislej osi je odpudivá sila, v zápornej časti zvislej osi je príťažlivá sila. Symbolom r_0 je označená vzdialenosť, pri ktorej častice na seba nepôsobia – nazýva sa tiež rovnovážna poloha. Táto hodnota býva pri kvapalinách a tuhých látkach približne od $2 \cdot 10^{-10}$ m do $5 \cdot 10^{-10}$ m. Ak sú častice príliš blízko, odpudzujú sa, ak sú príliš ďaleko, navzájom na seba nepôsobia.

Sila a potenciálna energia vzájomného pôsobenia častíc

So silovým pôsobením je spojená aj **potenciálna energia vzájomného pôsobenia častíc**. Túto veličinu si ozrejníme nasledujúcim myšlienkovým experimentom.

Dajme dve častice do vzdialenosti dosť veľkej na to, aby sme mohli zanedbať ich vzájomné silové pôsobenie. Dohodnime sa, že energia ich vzájomného pôsobenia je nulová. Nechajme častice postupne sa k sebe približovať. Začnú medzi nimi narastať príťažlivé sily, potenciálna energia ich vzájomného pôsobenia klesá ako keby častice na seba padali, potenciálna energia sa premieňa na kinetickú. Po prechode rovnovážnou polohou sa častice začnú odpudzovať. Potenciálna energia začne rásť, až dosiahne nulovú hodnotu. Na grafe je znázornená aj kladná hodnota potenciálnej energie. Tú môže sústava dosiahnuť napríklad v prípade, ak častice do seba strelíme s istou počiatočnou hodnotou kinetickej energie.



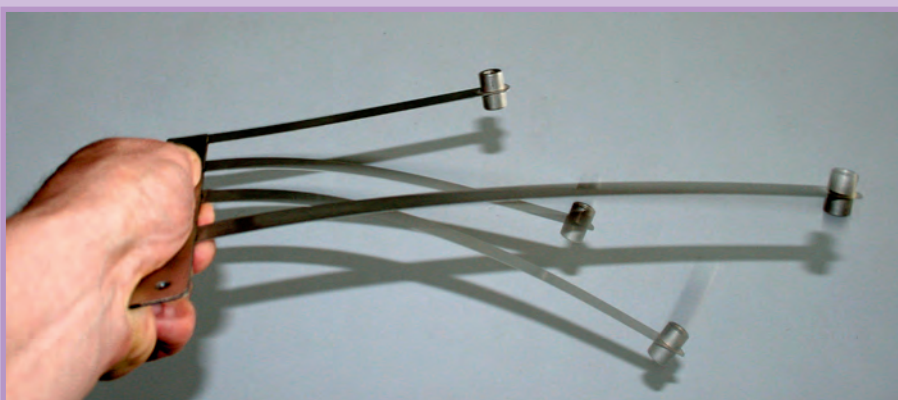
V tuhých a kvapalných látkach pôsobí na jednu časticu veľa iných častíc z jej okolia. V nasledujúcom texte budeme uvažovať o celkovej potenciálnej energii jednej častice v silovom pôsobení okolitých častíc. Takéto potenciálne energie všetkých častíc spočítame a dostaneme **celkovú potenciálnu energiu vzájomného pôsobenia častíc telesa**.

Vnútrotná energia

Súčet celkovej potenciálnej energie vzájomného pôsobenia častíc telesa a celkovej kinetickej energie častíc telesa nazveme **vnútrotná energia telesa**. Túto hodnotu nebudeme v tejto učebnici číselne vyjadrovať, budeme sa zaoberať iba jej zmenami.



tanie predmetov. Meňte frekvenciu klepkania a pozorujte, ktoré predmety sa dostávajú do rezonancie.



Na obrázku je učebná pomôcka na pozorovanie rezonancie. Skladá sa z pevne spojených pružných kovových pásov. Keď ju uchopíme do ruky a rukou kmitáme dostane sa do rezonancie vždy iný kovový pásik. Pozorujte tento jav.

Rezonancia je často nebezpečným javom. Efektne možno vyzerá rozbitie skleneného pohára vhodným zdrojom zvuku. Avšak stroj vydávajúci zvuk – chvenie s frekvenciou rovnakou ako frekvencia nášho srdca nám môže spôsobiť nepríjemnosti. Všetky časti nášho tela sú do istej miery pružné a môžu sa za istých okolností dostať do rezonancie s vonkajším prostredím. Ochrana človeka pred takýmito zdrojmi chvenia je dôležitou súčasťou návrhu konštrukcie strojov. Akú frekvenciu má mať hrot zbijačky aby rozbil betónový chodník, ale aby neublížil robotníkovi pri práci? To je iba jeden príklad z úloh, ktoré riešia tímy inžinierov špičkových výrobcov strojov.

Nebezpečná rezonancia

Pozorovateľ pohybujúci sa od zdroja

Ak sa pozorovateľ pohybuje smerom od zdroja, počuje zvuk s frekvenciou

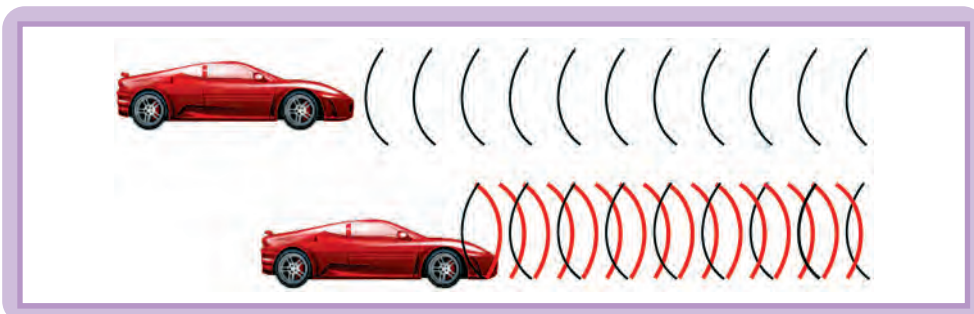
$$f_p = \frac{v - v_p}{\lambda} = f \frac{v - v_p}{v}$$

Dopplerov jav nastáva aj pri iných druhoch vlnenia. Známy je tzv. červený posun v astrofyzike. Dopplerov jav sa využíva v radaroch na meranie rýchlosti automobilu, a tiež v medicíne pri zobrazovaní pomocou ultrazvuku.

2.11 Príklady využitia Dopplerovho javu

Radar

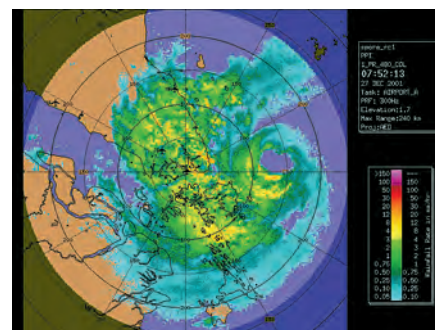
Ako bolo spomenuté v predchádzajúcej časti, Dopplerov jav nastáva aj pri iných vlneniach, ako je zvukové. Príkladom je meranie rýchlosti auta pomocou radaru. Radar vysiela elektromagnetické vlnenie v oblasti rádiovln (s frekvenciou okolo 34 GHz). Po nasmerovaní radaru sa vyslané vlnenie odráža od skúmaného objektu, v našom prípade od auta. Frekvencia prijatého vlnenia sa zaznamenáva. Ak sa auto pohybuje smerom k radaru, prijímač (radar) nameria vyššiu frekvenciu ako bola pôvodná frekvencia vyslaného vlnenia. Čím rýchlejšie sa auto pohybuje, tým vyššia je nová frekvencia. Na základe rozdielu frekvencií, v dôsledku Dopplerovho javu, počítač vo vnútri radaru vypočíta rýchlosť auta. Nevýhodou je krátka meracia schopnosť, iba do 60 m, avšak meranie je možné realizovať aj z pohybujúceho sa policajného auta.



Novinku v oblasti policajných meračov rýchlosti áut predstavuje lidar (Light Detection And Ranging). Ide o zariadenie, ktoré vysiela infračervené žiarenie z lasera. Lidar nevyužíva Dopplerov posun frekvencie samotného žiarenia. V priebehu pol sekundy vyšle 100 impulzov žiarenia a meria časové intervaly medzi prijatými impulzmi. Lidar dokáže určiť rýchlosť auta s pomerne veľkou presnosťou. Jeho veľkou prednosťou je schopnosť merať rýchlosť auta nachádzajúceho sa až do vzdialenosti 1 800 m.

Dopplerov jav v meteorológii

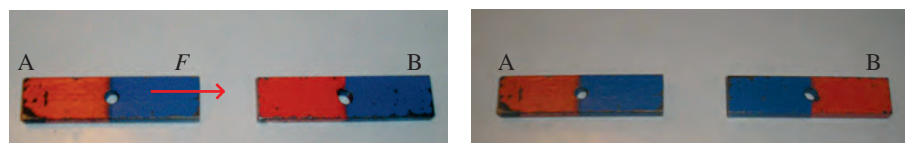
Meteorológovia vo svojej praxi tiež používajú radar, ktorý využíva



Úlohy

1. Alpský roh sa v minulosti používal na posielanie signálov do susednej dediny. Keďže tóny s nižšou frekvenciou sú menej citlivé na stratu intenzity, používali sa dlhé rohy na tvorbu hlbokých tónov. Najpopulárnejší je alpský roh s dĺžkou 3,4 m. Aká je základná frekvencia tohto rohu?
2. Ladička začne vibrovať nad otvorenou trubicou, ktorá je naplnená vodou. Vodná hladina môže voľne klesať, čím sa mení výška vzduchového stĺpca pod ladičkou. Vtedy počujeme, že vzduch začne rezonovať v dvoch polohách. Prvýkrát, keď je ladička vo vzdialenosti 0,125 m od vodnej hladiny a druhýkrát vo vzdialenosti 0,395 m. Aká je frekvencia ladičky?
3. Ako sa zmení frekvencia zvuku, ktorý vydáva flauta s dĺžkou L , ak sa teplota vzduchu zníži z $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $10\text{ }^{\circ}\text{C}$? Flauta vydáva pri zakrytí všetkých dierok stredné C s frekvenciou 262 Hz.
4. Organ vydáva aj hlboké tóny. Pre zvuk s frekvenciou 32 Hz vypočítaj dĺžku orgánovej trubice, ak by bola a) otvorená na oboch koncoch, b) na jednom konci uzavretá. Prečo sú organové trubice dlhé a uzavreté na jednom konci?
5. Ucho je najcitlivejšie na frekvenciu okolo 3 000 Hz. Prečo? Dĺžka zvukovodu je približne 2,5 cm a rýchlosť zvuku vo vzduchu je $340\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
6. Na obrázku je pružina s tuhosťou $208\text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$. Ak by ste sa na túto pružinu mohli bezpečne zavesiť, s akou periódou by ste kmitali? Ak máte podobnú pružinu, zrealizujte experiment v telocvični.



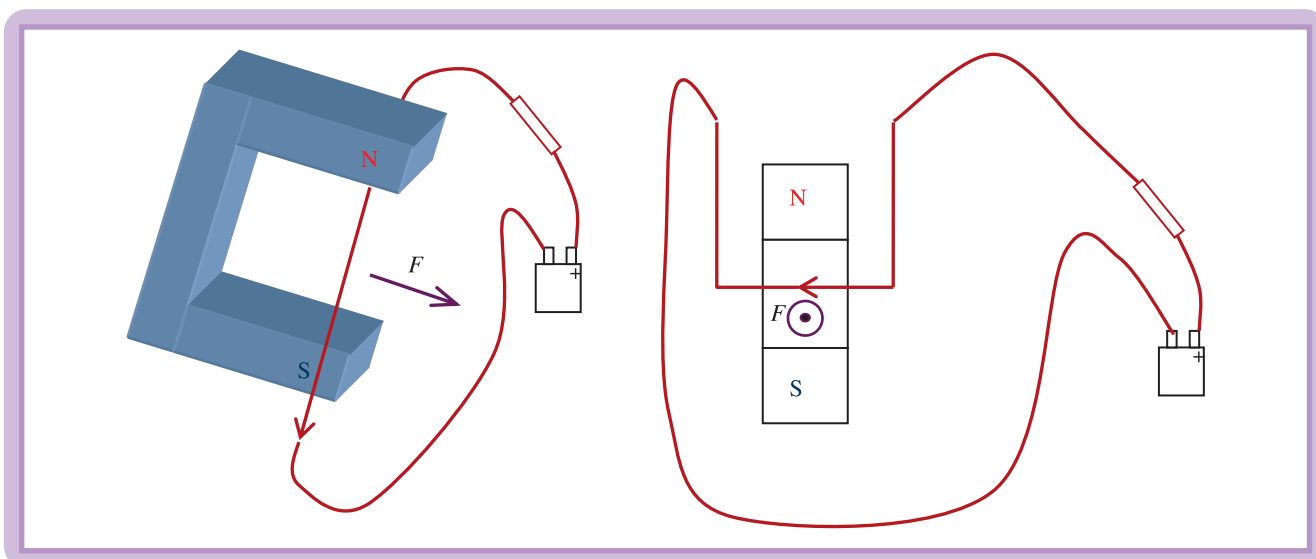


Na obrázkoch sú umiestnené magnety raz opačnými pólmi k sebe, druhýkrát rovnakými pólmi k sebe. Na obrázku vľavo je naznačená aj magnetická sila, ktorá pôsobí na magnet A.

Do obrázka vpravo zakreslite magnetickú silu, ktorá pôsobí na magnet A.

Pripravme si magnet tvaru U, pevný drôt, zdroj elektrického napätia a spojovacie vodiče. Vykonajme experiment naznačený na obrázku. Detaily experimentu naplánujte sami.

Pozorujme a popíšme



Nechajme vodičom, umiestneným v magnetickom poli, prechádzať prúd. Pri realizácii tohto experimentu vidíme, že pri zapnutí prúdu sa vodič vychýli – pôsobí naň sila. Táto sila sa prejaví iba vtedy, ak:

- Magnetické pole je dostatočne „veľké“ – teda ak použijeme vhodný magnet a vzdialenosť medzi pólmi čo najviac zmenšíme, napr. inými magnetmi alebo železnými hranolčekmi.
- Elektrický prúd je dostatočne veľký – zvyčajne postačuje niekoľko ampérov.
- Vodič s prúdom je v magnetickom poli vhodne umiestnený – najlepšie kolmo na smer indukčných čiar vytvorených magnetom.
- Vodič má vhodný tvar, spôsob mechanického upevnenia a malú hmotnosť tak, aby sa aj malé silové pôsobenie navonok prejavilo – môžeme použiť napríklad drôt tvaru U visiaci na statívovej súprave.

Z experimentu máme možnosť vidieť, že sila pôsobiaca na vodič umiestnený kolmo v magnetickom poli je tým väčšia, čím je väčší prúd prechádzajúci vodičom a čím dlhšia časť vodiča je v magnetickom poli. Asi sa nám v školských podmienkach nepodarí zmerať, že obidve tieto závislosti sú lineárne. V skutočnosti to tak je,

Úlohy

1. Všimnite si, spýtajte sa rodičov alebo správcu bytového domu, či máte v dome zásuvku s trojfázovým napätím. Prezrite si ju. V žiadnom prípade sa však nesnažte robiť na tejto (ani na žiadnej inej) žiadne meranie.
2. Zistite, aká je veľkosť fázového napätia v zásuvkách v zahraničí, napr. v USA. Čo radí cestovná kancelária urobiť, aby sme mohli spotrebiče zakúpené v Európe používať aj v USA?

3.9 Prenosová sústava

Bez elektrickej energie si nevieme predstaviť život. Používame ju stále a automaticky. Ako sa k nám však táto energia dostáva? Prečo prenášame striedavé napätie a nie jednosmerné?

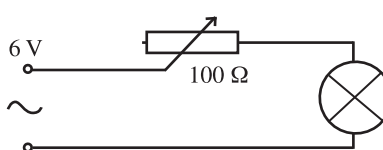
Modelový experiment

Pozorovanie

Zapojme do obvodu zdroj napätia 6 V, žiarovku s menovitým napätím 6 V a s menovitým prúdom 0,2 A a reostat s odporom 100 Ω .

Menovité napätie spotrebiča

Menovitý prúd, menovité napätie – prúd a napätie odporúčané výrobcom zariadenia.



Pri malej hodnote odporu na reostate žiarovka svieti, pri väčšej hodnote žiarovka nesvieti. Tento obvod môže predstavovať model nasledujúcej situácie:

V dedine máme dom so zásuvkou s napätím 230 V (v našom modeli 6 V). Hlboko v lese, 5 km od dediny, máme chalupu a v nej chceme používať elektrický ohrievač (v našom modeli namiesto ohrievača máme žiarovku). Na ohrievači je napísané 230 V, 1,2 kW. Prívodné vodiče, ktoré musíme použiť majú istý elektrický odpor, v našom modeli nahradený odporom reostatu.

Úloha

- a) Vypočítajte odpor ohrievača.
- b) Odhadnite priemer medených vodičov kábla, ktorý použijete. Vypočítajte celkový odpor použitých káblov.
- c) Vypočítajte celkový odpor elektrického obvodu, prúd prechádzajúci obvodom a elektrické napätie na svorkách ohrievača. Vypočítajte príkon ohrievača.