

F

Bádateľské aktivity v prírodovednom vzdelávaní

časť B



Fyzika
Marián Kireš
Zuzana Ješková



MINISTERSTVO ŠKOLSTVA,
VEDY, VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



Štátny pedagogický ústav

Marián Kireš, Zuzana Ješková

BÁDATEĽSKÉ AKTIVITY V PRÍRODOVEDNOM VZDELÁVANÍ

ČASŤ B

Ukážky vytvorených metodických a pracovných materiálov z predmetu

FYZIKA

Štátny pedagogický ústav
Bratislava
2016



European Science and Technology in Action:
Building Links with Industry, Schools and Home

Obsah

Úvod	3
1. Téma ZVUK	
Metodický materiál pre učiteľa	4
Metodický list, pracovný list	
* Aktivita 1.2: Ako sa zvuk tvorí?	10
Aktivita 1.6: Ako rýchlo sa zvuk šíri?	13
Aktivita 2.4: Meldeho experiment	14
Aktivita 2.8: Farba zvuku	17
Aktivita 3.4: Analýza hlasu človeka	19
2. Téma JEDNOSMERNÝ ELEKTRICKÝ PRÚD	
Metodický materiál pre učiteľa	21
Metodický list, pracovný list	
Aktivita 5: Ako sa správajú rozličné prvky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom	28
Aktivita 6: Elektrický odpor a teplota (Zhotovme si svoj vlastný teplomer)	36
Aktivita 9: Ako sa správajú žiarovky v elektrickom obvode	43
Aktivita 15: Batérie a ich rozumné využívanie	49
Aktivita 16: Ďalšie alternatívne zdroje elektrickej energie – fotovoltický článok	51
3. Téma NAVRHNEME NÍZKOENERGETICKÝ DOM	
Metodický materiál pre učiteľa	52
Metodický list, pracovný list	
Aktivita 1.1: Ako udržať v modeli domu teplotu	56
Aktivita 2.2: Meranie izolačných vlastností rôznych materiálov	61
Aktivita 3.2: Prirodzené a vynútené chladenie	67
Aktivita 4.2: Kto trpí viac z efektu tepelného žiarenia?	70
Aktivita 4.4: Infračervená termografia (otvorené bádanie)	72
* Všetky aktivity k vybraným témam sú na webových stránkach uvádzaných v texte. V publikácii sú zaradené ako ukážky len niektoré z nich. Preto číslovanie aktivít nie je podľa poradia v publikácii, ale uvádza sa číslovanie z internetových stránok.	
Záver	76
Literatúra	77

Úvod

Veríme, že patríte medzi učiteľov fyziky, ktorí sú nadšencami svojho povolania, radi experimentujú, komunikujú so žiakmi a pre ktorých je fyzikálne vzdelávanie potešením.

Táto publikácia obsahuje metodiky ku vzdelávacím aktivitám z troch tematických celkov: Akustika, Jednosmerný elektrický prúd a Termodynamika (Navrhujeme nízkoenergetický dom). Každá aktivita je zameraná na niektorý z atribútov bádateľsky orientovanej výučby, rieši rozvíjanie špecifickej kompetencie, zameriava sa na vybranú úroveň samostatnej práce žiaka. Aktivity kladú dôraz na uvedomenie si významu experimentálneho dokazovania pri riešení problémov z bežného života, schopnosť odborne argumentovať, klásť otázky a hľadať na ne relevantné odpovede, navrhovať a realizovať skúmania, formulovať závery a aplikovať získané vedomosti pri riešení ďalších problémov.

Pre učiteľa je výraznou zmenou zameranie sa na zručnosti žiaka, ich postupné rozvíjanie, hodnotenie a na základe okamžitej spätnej väzby prispôsobovanie ďalších vzdelávacích postupov. Nová pozícia vyžaduje od učiteľa pokročilé spôsobilosti vedeckej práce a zároveň veľkú empatiu a didaktickú erudovanosť. Bolo by ideálne, ak by ste vzdelávacie aktivity najprv sami vyskúšali z pozície žiaka. Nepodceňujte zdanlivú jednoduchosť problémov a samozrejmosť odpovedí. Vžite sa do úlohy žiaka a pokúste sa postupne objavovať nové poznatky, diskutovať s rovesníkmi, formulovať hypotézy, zapisovať svoje predikcie a porovnávať ich s ostatnými, používajte moderné technológie počítačom podporovaných meraní, spracovania a vyhodnocovania dát, zamerajte sa dôsledne na prezentáciu záverov z vlastných meraní.

Uvádzame menej známe, ale aj často využívané námety na fyzikálne merania, pozorovania, interaktívne demonštrácie, pri ktorých je získaná fyzikálna informácia prostriedkom na rozvíjanie zvolených zručností. Časová náročnosť niektorých aktivít je mierne nad rámec bežných možností. Uvedomujúc si však ich význam, iste pre ne dokážete vytvoriť priestor. Zameraním sa na kľúčové fyzikálne problémy, pochopenie ktorých má zásadný význam pre ďalšie štúdium a rozvíjaním základných spôsobilostí vedeckej práce žiaka si postupne budujeme kvalitné zázemie na naplnenie cieľov fyzikálneho vzdelávania aj pri podhodnotenej časovej dotácii.

Aktivity sú navzájom relatívne nezávislé a každú z nich možno realizovať na rôznych úrovniach bádania. Vašou úlohou bude rozhodovať o zaradení aktivity (nie je nutné vybrať všetky, aj keď by nás to tešilo) a o jej realizácii na príslušnej úrovni bádania, podľa schopnosti žiakov zvládnuť danú úroveň. Potrebné technické vybavenie od minimalistického variantu na interaktívne demonštrácie (postačuje jedna zostava), cez univerzálne využiteľné počítačom podporované meranie (obdobne využívané vo výučbe chémie a biológie) po prácu v paralelných skupinách, treba systematicky budovať. Našou pomocou pre vás je sprístupnenie všetkých elektronických pomôcok (súborov na merania, videosúborov, pracovných listov v elektronickej podobe a pod.) na webových stránkach portálov projektov 7. RP: Establish (<http://establish-fp7.eu>) a SAILS (<http://sails-project.eu>).

Prajeme veľa tvorivých chvíľ pri realizácii aktivít.

autori

Téma ZVUK

Metodický materiál pre učiteľa

1. Úvod

Téma Zvuk je rozdelená na 3 podtémy, ktoré sa môžu využiť buď nezávisle od seba, alebo za sebou. V každej podtému možno dávať dôraz na iné prvky podľa vzdelávacieho programu a vyučovacích cieľov, ktoré má učiteľ splniť. Podtémy 1 a 2 môžu byť využité špirálovito, t. j. 1 zameraná na nižšiu úroveň a 2 na vyššie stupne strednej školy. Podtéma 3 poskytuje rozširujúce učivo a uvádza žiakov do fascinujúcich oblastí ľudskej reči.

Téma Zvuk je obohatená mnohými aktivitami podporenými IK technológiami, v ktorých sa využíva senzor zvuku, merací panel a softvér na nahrávanie zvukov a na ich analýzu.

Podtéma 1: Skúmanie zvuku

Žiaci sa učia o základoch fyziky zvuku. Naučia sa, že zdrojom zvuku sú vibrácie, a skúmajú, ako sa zvuk šíri. Spoznajú vzťah medzi hlasitosťou a výškou tónu a amplitúdou a frekvenciou vibrácií. Skúmajú zvuky vydávané hlasivkami. Oboznámia sa aj s anatómiou a fungovaním ľudskeho ucha a ochranou pred hlukom.

Kategória žiakov: základná škola, 11- až 15-roční žiaci

Zahrnuté predmety: fyzika

Predpokladaná dĺžka trvania: 5 - 6 vyučovacích hodín

Podtéma 2: Strunové a dychové hudobné nástroje

Začína sa experimentom zameraným na rezonanciu, uvedenom na príklade modelu kyvadla. Žiaci sa učia, že aj minimálny vplyv môže viesť k veľkému efektu. Ďalej žiaci realizujú experimenty so strunami hudobných nástrojov (basa, gitara) a Meldeov experiment so stojatými vlnami. Potom nasledujú experimenty s chvením vzduchových stĺpcov. Nakoniec je opísaných niekoľko aktivít na otvorené bádanie, z ktorých si učiteľ (žiaci) môže vybrať. Poznatky vybudované pri aktivitách 1 až 7 sú dobrým základom na realizáciu aktivít 9 - 11.

Kategória žiakov: stredná škola 15- až 17-roční žiaci

Zahrnuté predmety: fyzika

Predpokladaná dĺžka trvania: 5 - 7 vyučovacích hodín a 2 vyučovacie hodiny samostatnej činnosti žiakov

Podtéma 3: Ľudská reč

Žiaci študujú základné princípy ľudskej reči, analýzy a syntézy hlasu. Naučia sa princípy tvorby hlasu, nahrávajú rozličné zvukové signály a učia sa, ako čítať a interpretovať časový priebeh signálu a spektrogram. Učia sa, ako sa dá umelo produkovať ľudský hlas.

Kategória žiakov: stredná škola, 16- až 19-roční žiaci

Zahrnuté predmety: fyzika, biológia

Predpokladaná dĺžka trvania: 3 vyučovacie hodiny

2. Prvky aktívneho žiackeho bádania

Skúmanie zvuku

V úvode témy Zvuk je úlohou učiteľa vzbudiť žiacku zvedavosť pomocou otázok, ktoré súvisia s pojmami pre žiakov známymi alebo zdanlivo známymi a s ďalšími súvislosťami a hlbším pochopením pojmov. Tento prístup je jednou z IBSE metód "učenia pomocou otázok". Hlavným problémom pre väčšinu učiteľov je udržať rovnováhu medzi tým, čo povedať, resp. nepovedať príliš veľa, resp. neodpovedať

veľmi skoro a zároveň sledovať čas a udržiavať rozhovor tak, aby žiaci neunikli do oblastí, ktoré sú pre danú tému nerelevantné a nepotrebné. Nie každý scenár, ktorý sa zdá byť vedecky neakceptovateľný, je nevyužiteľný. Žiacke vysvetlenie môže byť nesprávne, ale môže obsahovať zaujímavé prvky vedeckého myslenia a môže motivovať žiakov.

Táto podtéma zahŕňa bádateľské aktivity dominantne na úrovni interaktívnej diskusie, interaktívnej demonštrácie, potvrdzujúceho a riadeného bádania. Prostredníctvom navrhnutých aktivít si žiaci rozvíjajú nasledujúce bádateľské zručnosti:

- formulovať otázky a odpovede na otázky,
- plánovať a realizovať jednoduché skúmanie,
- využívať nástroje na zber dát,
- využívať dáta na tvorbu rozumných vysvetlení javov,
- prezentovať výsledky skúmaní a vysvetlenia,
- chápať, že vedci využívajú rozličné postupy skúmania a nástroje, aby sledovaný jav vysvetlili, používajú konkrétne dôkazy a poznatky plynúce z týchto skúmaní.

Niektoré aktivity sú realizované s podporou digitálnych technológií, pri ktorých sa využíva počítač so senzorom zvuku na nahrávanie rozličných zvukov.

Strunové a dychové hudobné nástroje

Pri tejto podtému žiaci realizujú skúmanie súvisiace s gitarou a inými strunovými hudobnými nástrojmi. Čo treba na zhotovenie gitary? Ktoré fyzikálne zákony treba mať pritom na pamäti? Aby žiaci tieto súvislosti pochopili, analyzujú hru na basu a pražce na gitare. Získané poznatky aplikujú pri skúmaní vzduchových stĺpcov v dychových hudobných nástrojoch.

Táto podtéma zahŕňa bádateľské aktivity dominantne na úrovni potvrdzujúceho a riadeného bádania a je zameraná predovšetkým na rozvíjanie nasledujúcich bádateľských zručností:

- realizovať experimenty,
- analyzovať výsledky získané experimentom (alebo prezentované učiteľom),
- prezentovať výsledky grafmi,
- použiť výsledky získané pri jednom experimente (basu) na analýzu výsledkov iného experimentu (pražce gitary),
- poznatky získané v jednej oblasti akustiky (struny) použiť v inej oblasti akustiky (vzduchové stĺpce).

Niektoré aktivity sú realizované s podporou digitálnych technológií, pri ktorých sa využíva počítač so senzorom zvuku na nahrávanie rozličných zvukov a ich analýzu.

Ľudská reč

Aktivity zamerané na analýzu a syntézu ľudského hlasu predstavujú otvorené bádanie. Úlohou žiakov je formulovať vlastné výskumné problémy, čo predstavuje najvyššiu úroveň aktívneho žiackeho bádania.

Žiaci si pritom rozvíjajú nasledujúce bádateľské zručnosti:

- rozpoznať problém,
- posúdiť vhodnosť navrhovaných experimentov,
- plánovať skúmanie, vyhľadávať informácie,
- tvoriť modely,
- diskutovať so spolužiakmi, formulovať argumenty.

Žiaci počas realizácie aktivít diskutujú so spolužiakmi a s učiteľom a môžu si tiež vymeniť v rámci aktivít pripravené protokoly (záznamy, prezentácie) so spolužiakmi na posúdenie. Takto vyjadrujú a konfrontujú svoje prvotné závery s ostatnými a na základe toho formulujú konečné závery a vysvetlenia, ktoré samostatne vytvorili.

Od žiakov sa očakáva, že týmto prístupom získajú hlbšie pochopenie a že si budú "nový" poznatok pamätať dlhšie.

3. Vedecký obsah

Skúmanie zvuku

Od žiakov sa neočakávajú prvotné formálne poznatky, len základné pochopenie pojmov z bežného života.

Aktivity v tejto časti súvisia s nasledujúcimi poznatkami:

- Zdrojom zvuku sú všetky kmitajúce telesá a chvejúce sa vzduchové stĺpce.
- Základnými charakteristikami zvuku sú výška a hlasitosť zvuku.
- Zmena spôsobu kmitania telesa má za následok zmenu výšky alebo hlasitosti zvuku, ktoré teleso vydáva.
- Výška je určená frekvenciou kmitania a hlasitosť amplitúdou kmitania.
- Zvuky rovnakej výšky sa odlišujú farbou zvuku.
- Človek vytvára zvuk pomocou hlasiviek a vzduchu, ktorý prechádza cez napnuté hlasivky.
- Prenos zvuku vyžaduje látkového nositeľa (napr. vzduch, sklo, kov, drevo).
- Rýchlosť zvuku je menšia ako rýchlosť svetla.
- Ľudské ucho má membránu, ktorá sa pri dopade zvuku na ňu rozkmitáva. Ucho a mozog transformuje tieto vibrácie na sluchový vnem. Ak je človek vystavený veľmi hlasným zvukom, môže dôjsť k poškodeniu sluchu.

Strunové a dychové hudobné nástroje

Žiaci by pri vstupe do tejto podtémy mali ovládať pojmy vlnová dĺžka, amplitúda, frekvencia, perióda, funkcia sínus. Tieto pojmy je potrebné zopakovať, pretože ich pochopenie je základom pre budovanie ďalších poznatkov.

Aktivity oboznamujú žiakov s nasledujúcimi pojmi:

- Rezonancia.
- Základná frekvencia.
- Vyššie harmonické frekvencie.
- Stojaté vlny.
- Súvis medzi frekvenciou zvuku a dĺžkou struny (výškou vzduchového stĺpca).
- Farba zvuku.

Učiteľ môže použiť dostupné učebnice fyziky. Pre ďalšie súvislosti medzi fyzikou a hudbou je dobré použiť doplnkovú literatúru, napr. na Fyziku hudobných nástrojov je zameraná kniha Ian Johnston: *Measured tones, the interplay of Physics and music* (ISBN-10: 0750307625 ISBN-13: 978-0750307628).

Ľudská reč

Aktivity tejto podtémy sú zamerané na predstavenie mechanizmu tvorby hlasu človeka a analýzy a syntézy hlasu. Obsah súvisí s biológiou a fyzikou. Žiaci sa z biologického hľadiska učia o hlasovom systéme človeka a ako sa ľudský hlas tvorí. Z fyzikálneho hľadiska žiaci vytvárajú model tvorby ľudského hlasu, analyzujú zvuky vytvárané človekom a učia sa, ako sa tieto zvuky dajú umelo vytvoriť.

K požadovaným prerekvizitám patria pojmy frekvencia, amplitúda, stojaté vlny, rezonancia, základná a vyššie harmonické frekvencie. Žiaci by mali byť schopní s týmito pojmi pracovať kvalitatívne aj kvantitatívne.

Keďže táto podtéma prekračuje obsah štátneho vzdelávacieho programu, model tvorby ľudského hlasu sa môže dať žiakom ako text na štúdium (prezentovaný v pracovnom liste). Tento text je vytvorený na základe článku Johan Sundberg: *The acoustics of the singing voice*, *Sci. Am.* **236**, 82 (March 1977).

Ďalšie užitočné zdroje:

- Johan Sundberg: *The acoustics of the singing voice*, *Sci. Am.* **236**, 82 (March 1977) (<http://www.zainea.com/voices.htm>)
- Timothy Moran: *Application of sound spectrum analysis*, *Phys. Teach.* **45**, 94 (2007)
- Klaus Fellbaum, Jorg Richer: *Human speech production based on a linear predictive vocoder*, *ESCA/Socrate workshop on Method and Tool Innovations for Speech Science Education* (1999), http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/sc/vocoder/.
- Java simulácia Model tvorby ľudského hlasu, ktorá umožňuje analyzovať a syntetizovať zvuky je dostupná na: http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/sc/vocoder/simulation.html

4. Didaktický problém

Štandardné žiacke problémy súvisiace s témou Zvuk identifikované výskumami v oblasti prírodovedného vzdelávania sú:

- Zvuky môžu byť vytvorené aj bez použitia materiálnych objektov.
- Ak teleso udrieme silnejšie, zvuk bude vyšší.
- Hlasitosť a výška zvuku je to isté.
- Výška tónu ladičky sa zmení, ak sa ladička utlmuje (t. j. ako jej "dochádza" energia).
- Frekvencia súvisí s hlasitosťou pri ľubovoľnej amplitúde.
- Zvuky vytvorené človekom sú tvorené veľkým počtom hlasiviek, z ktorých každá vytvára iný zvuk.
- Zvuk môže prechádzať cez prázdny priestor (vákuum).
- Zvuk nemôže prechádzať cez kvapaliny a tuhé látky.
- Zvuk sa pohybuje v plynách rýchlejšie ako v tuhých látkach (vzduch je „tenší“, čím tvorí menšiu prekážku pre zvuk).
- Zvuk prechádza medzi časticami látky (cez prázdny priestor), nie cez samotnú látku.
- Jednu výraznú udalosť (napr. blesk a hrom) môžeme vidieť a počuť súčasne.
- Hudba je umenie; s vedou nemá nič spoločné.
- V dychových nástrojoch kmitá samotný nástroj (nie vzduchový stĺpec vnútri).
- Zvukové vlny sú priečne vlny (podobne ako vlny na vodnej hladine alebo svetelné vlny).
- Pri vlnení dochádza k prenosu látky.
- Vlny nemajú energiu.
- Všetky vlny idú rovnakým smerom.
- Veľké vlny idú v tom istom prostredí rýchlejšie ako malé vlny.
- Keď vlny narazia na povrch tuhej látky, zaniknú.
- Ultrazvuk predstavuje extrémne silný zvuk.
- Hluk je nepríjemný, ale je v podstate neškodný.
- Zvuky vytvorené dopravnými prostriedkami (napr. pískajúci vlak) sa menia, keď sa dopravný prostriedok pohybuje pri pozorovateli, pretože niečo alebo niekto (napr. strojvodca) zámerne zmení výšku tónu.
- V klasických telefónoch sa zvuky (nie elektrické signály) prenášajú prostredníctvom vodičov.

Žiaci by mali svoje poznatky uplatniť v iných situáciách, čo môže odhaliť ich miskoncepce. Učiteľ by mal o týchto miskonkpciách vedieť a prostredníctvom vhodne formulovaných otázok môže prvotné žiacke poznatky zisťovať a viesť žiaka, aby si svoje nesprávne predstavy uvedomil a korigoval.

Tým, že žiakom poskytneme odpovede alebo dáta, s ktorými budú pracovať, môžeme zmeniť charakter aktivity z otvorenej na viac uzavretú. Napríklad bez prezentovania grafu alebo demonštrácie z YouTube aktivita v podtému 2 o vyšších harmonických frekvenciách predstavuje nasmerované bádanie. Žiaci riešia otázku *Akým spôsobom môže kmitať struna?* a ich úlohou je nájsť samostatne na túto otázku odpoveď. Ak majú na to dostatočné množstvo prvotných poznatkov a schopností, môžu to dokázať aj sami. Ak nie, učiteľ môže rozhodnúť, do akej miery im pomôže (napr. prezentovaním demonštrácie, grafu, videa z YouTube).

V časti zameranej na ľudský hlas očakávame množstvo rozličných miskonkpcií, keďže, prirodzene, o jave, s ktorým prichádzame do kontaktu dennodenne, si každý vytvára svoje predstavy a vlastný model. Pozornosť by sme mali venovať predovšetkým častým nejasnostiam, napr.:

- *Ako je možné, že rovnaká samohláska vyslovená rozličnými osobami znie úplne ináč, pričom túto samotnú samohlásku dokážeme okamžite rozpoznať?*
- *Čo sú to formanty (vyššie harmonické frekvencie pri zložených tónoch) a ako sa odlišujú u ľudí rôzneho veku a pohlavia?*
- *Možno spektrálny obraz zvuku reprodukovať a rozpoznať?*

Pri riešení týchto otázok môže práve bádateľský prístup zohrať dôležitú úlohu, keďže môže žiakom poskytnúť jasnejší a konkrétnejší obraz o ľudskom hlase. Očakávame, že porozumenie, ku ktorému žiak

dospeje vlastnou činnosťou spojenou s postupným objavovaním vzájomných súvislostí, je menej povrchné, keďže je založené na konkrétnej skúsenosti spojenej s reálnym svetom.

5. Vzťah k priemyslu

Skúmanie zvuku

Na ilustráciu významu zvuku v priemysle na tejto vstupnej úrovni možno uviesť so zvukom súvisiace profesie (radšej než samotný priemysel). Priemyselné aplikácie zvuku sú takmer okamžite zrejmé, ak sa zmienime o hudobníkoch, zvukových technikoch (TV vysielanie), zvukároch (na koncerte), audiometristoch (ktorí predávajú sluchové pomôcky), audiológoch (ktorí snímajú audiogramy), akustických inžinieroch, logopédoch. Počas realizácie aktivít zameraných na sluch a ochranu pred hlukom, napr. pozveme do triedy audiológa, ktorý môže zodpovedať žiacke otázky. Žiakov môžeme zapojiť do technického dizajnu a tvorby jednoduchých modelov ľudskej bubienky alebo hlasiviek.

Strunové a dychové hudobné nástroje

Veľa fyziky je obsiahnutej aj v dizajne a výrobe hudobných nástrojov. Ak máme konkrétny hudobný nástroj, môžeme so žiakmi zmeniť jeho zvuk úpravou jeho nastavení. Napríklad medzi gitarami existujú určité rozdiely a žiaci môžu realizovať výskum zameraný na to, ktorý nástroj znie lepšie. Čo to znamená, že niektorý nástroj „znie lepšie“ v porovnaní s iným? Realizujte meranie, na základe ktorého viete nástroje porovnať: kedy je gitara dobre naladená, aké sú správne pozície pražcov na hmatníku, čo je to farba tónu rozličných hudobných nástrojov a pod. V navrhnutých aktivitách sú zahrnuté základné pojmy a východiskové poznatky, aby žiak dokázal na niektoré z týchto otázok nájsť odpoveď v rámci aktivít orientovaných na otvorené žiacke bádanie.

Príklady, ktoré ilustrujú súvislosť tejto podtémy s priemyslom:

- 2.1. Rezonancia – konštrukcia budov a mostov,
- 2.2. Základná frekvencia; basa – príklad dizajnu hudobných nástrojov,
- 2.3. Základná frekvencia; gitara – príklad dizajnu hudobných nástrojov,
- 2.4. Meldeho experiment – konštrukcia budov a mostov,
- 2.7. Stojaté vlny vo vzduchu, soprán saxofón – rozdiely a podobnosti hudobných dychových nástrojov: klarinet, saxofón a hoboje.

Ľudská reč

Prvé zariadenie na rozpoznávanie reči človeka sa objavilo v r. 1952 a pozostávalo z prístroja na rozpoznávanie jednotlivých hovorených číslic. Existuje veľa oblastí komerčnej aplikácie rozpoznávania reči, napr.:

- Zdravotná starostlivosť – na konvertovanie nasnímaných hlasových záznamov, napr. lekárske správy vytvorených lekármi alebo inými pracovníkmi zdravotníctva do textovej podoby; lekárska analýza hlasových problémov.
- Vojsko - zariadenie na rozpoznávanie reči sa úspešne používa v bojových lietadlách s týmito aplikáciami: nastavovanie rádiových signálov, riadenie autopilotného systému, nastavenie polohy a parametrov vypustenia zbraní a riadenie a kontrola letových monitorov.
- Telefonická technika – rozpoznávanie reči je často používané v telefónoch pri vytváraní predefinovaných alebo obvyklých, často používaných rečových príkazov.

Vedci sa pokúšali simulovať ľudskú reč už na konci 18. storočia, keď Wolfgang von Kempelen zostrojil „hovoriaci stroj“. Do r. 1970 počítačové programovanie umožnilo vytvoriť prvú generáciu moderných systémov na generovanie ľudskej reči, ktoré boli široko využívané.

Hlasová syntéza je v súčasnosti technológiou s veľkým využitím. Tieto aplikácie zahŕňajú prezentovanie najčerstvejších správ, čítacie stroje pre hendikepovaných, hlasovú kontrolu a prijímanie e-mailov cez telefón – alebo pri akýchkoľvek systémoch, ktoré obsahujú veľkú slovnú zásobu a obsah sa často a nepredvídateľne mení a vizuálne znázornenie nie je praktické. Technológie hlasovej syntézy sa tiež využívajú v oblasti zábavného priemyslu, pri hrách a animáciách.

6. Vyučovacie postupy

Téma Zvuk zahŕňa podtémy so sériou aktivít. Pri každej podtému možno dávať dôraz na iné prvky v závislosti od vzdelávacieho programu a vyučovacích cieľov, ktoré má učiteľ splniť. Aktivity môžu byť kombinované rozličným spôsobom, aby spĺňali vyučovacie ciele dané v rámci podtému. Ďalej uvádzame návrh poradia aktivít.

Skúmanie zvuku

Táto podtéma pozostáva z 9 aktivít. Ukážka možnej postupnosti aktivít je uvedená v tabuľke, je rešpektovaný 5E cyklus bádania (Engage – Zapojenie, Explore – skúmaj, Explain – vysvetli, Extent/Elaborate – rozšír, rozpracuj, Evaluate – vyhodnot).

Aktivita	Typ bádateľskej aktivity	Fáza učebného cyklu
1.1. Úvod do témy zvuk	interaktívna diskusia	zapojenie
1.2. Ako sa zvuk tvorí?	riadené bádanie	zapojenie/skúmanie/ vysvetlenie/rozšírenie
1.3. Zviditeľníme zvuk	riadené bádanie	skúmanie/vysvetlenie /rozšírenie
1.4. Analýza hlasu človeka	potvrdzujúce bádanie	zapojenie/skúmanie /vysvetlenie
1.5. Ako sa zvuk šíri?	interaktívna demonštrácia/ nasmerované bádanie	zapojenie/skúmanie /vysvetlenie/rozšírenie
1.6. Ako rýchlo sa zvuk šíri?	potvrdzujúce bádanie	zapojenie/skúmanie/ vysvetlenie/rozšírenie
1.7. Ako zvuk počujeme?	riadené bádanie	vysvetlenie/vyhodnotenie
1.8. Ako hlasné je príliš hlasné?	riadené bádanie	vysvetlenie/vyhodnotenie
1.9. Čo ste sa naučili o zvuku?	interaktívna diskusia	rozšírenie/vyhodnotenie

Strunové a dychové hudobné nástroje

V tabuľke sú zoradené aktivity v odporúčanom poradí. Aktivity 1-7 sú povinné, aby sme vytvorili základnú predstavu a ozrejmili základné pojmy súvisiace so zvukom. Aktivity 8, 9 a 10 sú zamerané na overenie a vyhodnotenie vedomostí súvisiacich s podtémou. Môžu sa realizovať nezávisle od seba. Žiaci si môžu vybrať jednu alebo dve z nich a napr. prezentovať výsledky ostatným spolužiakom v triede.

Aktivita	Typ bádateľskej činnosti	Fáza učebného cyklu
2.1. Rezonancia	potvrdzujúce bádanie	zapojenie
2.2. Základná frekvencia, basa	potvrdzujúce bádanie	skúmanie
2.3. Základná frekvencia, gitara	riadené bádanie	vysvetlenie
2.4. Meldeho experiment	interaktívna demonštrácia	rozšírenie/skúmanie
2.5. Vyššie harmonické frekvencie gitary	nasmerované bádanie	skúmanie/vyhodnotenie
2.6. Stojaté vlny vo vzduchu; vzduchový stĺpec s uzavretým koncom	nasmerované bádanie	vyhodnotenie
2.7. Stojaté vlny vo vzduchu; soprán saxofón	riadené bádanie -> otvorené bádanie	rozšírenie
2.8. Farba zvuku	nasmerované bádanie	rozšírenie/vyhodnotenie
2.9. Rázy	otvorené bádanie	rozšírenie/vyhodnotenie
2.10. Ladenie gitary	nasmerované bádanie	rozšírenie/vyhodnotenie

Ľudská reč

Táto podtéma pozostáva z 5 aktivít. Poradie je odporúčané. Aktivity 4 a 5 predstavujú podobné aktivity zamerané na otvorené bádanie, ktoré môžu byť realizované napr. tak, že polovica triedy pracuje na aktivite 4 a polovica na aktivite 5.

Aktivita	Typ bádateľskej činnosti	Fáza učebného cyklu
3.1. Zvukové záznamy	riadené bádanie	zapojenie
3.2. Model tvorby ľudského hlasu	interaktívna diskusia	skúmanie/vysvetlenie
3.3. Analýza zvuku	riadené bádanie	skúmanie/vysvetlenie
3.4. Analýza hlasu človeka	otvorené bádanie	rozšírenie/rozšírenie
3.5. Syntéza hlasu človeka	otvorené bádanie	rozšírenie/rozšírenie

7. Hodnotenie

Skúmanie zvuku

Najvhodnejšie je na hodnotenie použiť test zameraný na teóriu zvuku (porozumenie základných pojmov, porozumenie zvuku ako procesu mechanického vlnenia) a hodnotenie praktických činností.

Strunové a dychové hudobné nástroje

Hodnotenie môže zahŕňať test zameraný na pochopenie teórie aj prezentácie o experimente alebo výsledky vyhľadávania informácií v literatúre. Tieto prezentácie sa môžu líšiť v závislosti od veku žiakov.

Ľudská reč

Najvhodnejšie je na hodnotenie použiť test zameraný na teóriu aj hodnotenie praktických činností. Teória analýzy hlasu človeka môže byť overovaná v rámci preskúšania témy Kmita a vlny.

Žiaci môžu referovať o výsledkoch praktických zadaní súvisiacich s aktivitami zameranými na otvorené bádanie a prezentovať svoje výsledky pred triedou, ktoré môžu zahŕňať aj výsledky získané meraním a analýzou dát v digitálnej podobe.

8. Žiacke aktivity

Metodický list

Aktivita 1.2: Ako sa zvuk tvorí?
Vyučovacie ciele: <ul style="list-style-type: none">• Pochopiť, že zdrojom zvuku sú kmitajúce telesá alebo vzduchové stĺpce.• Pochopiť, že zvuk prenáša energiu.
Pomôcky: <ul style="list-style-type: none">• pružné pravítko (kovové, drevené), gumený pás, ladička, bubon, píšťala, iné hudobné nástroje, napr. gitara, husle, flauta, atď.
Postup: <p>Rozdeľte triedu na malé skupiny a rozdajte im ladičky, bubny, pravítko a ďalšie hudobné nástroje. Žiaci majú pomocou týchto telies vytvoriť zvuky.</p> <p>Rozdajte <i>Pracovný list: Ako sa zvuk tvorení? (Časť I)</i> a nechajte žiakov realizovať skúmanie. Ich úlohou je odpovedať na otázky pre každý skúmaný objekt. Kým žiaci pracujú, choďte postupne k jednotlivým skupinám a formulujte otázky zamerané na pochopenie zdroja zvuku. Po skončení žiackych činností spoločne prediskutujte: ako sa zvuk tvorí (čo je zdrojom energie), čo robí teleso, ktoré je zdrojom zvuku (kmitá), ako dlho trvá zvuk (kým teleso kmitá), ako môžeme zvuk zastaviť, ukončiť (utlmením kmitania), ako zmeniť vlastnosti zvuku (napr. zmenou vlastností kmitajúceho telesa).</p> <p>Rozdajte <i>Pracovný list: Ako sa zvuk tvorí (Časť II)</i>. Nechajte žiakov identifikovať na obrázkoch, čo kmitá pri jednotlivých hudobných nástrojoch. Opýtajte sa ich na ďalšie príklady, ako sa môže zvuk vytvoriť.</p>

Možné otázky:

- Ako teleso produkuje zvuk?
- Ako získalo teleso energiu, aby vytvorilo zvuk?
- Čo robí teleso, ak generuje zvuk?
- Ako dlho zvuk trvá?
- Ako možno zvuk zastaviť?
- Ako možno získať vyšší alebo nižší zvuk, resp. hlasnejší alebo tichší zvuk?
- Vidíte, ako konce ladičky kmitajú? Prečo áno alebo prečo nie?
- Ako je zvuk generovaný píšťalou organu alebo flautou? Čo v týchto prípadoch kmitá?
- Ako generuje zvuk gitara alebo husle? Čo kmitá v tomto prípade?

Pracovný list: Ako sa zvuk tvorí? (Časť I)

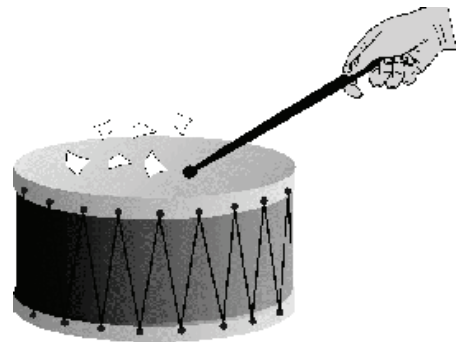
Zvuk nie je ťažké vytvoriť ale zviditeľniť, čo sa deje, keď sa zvuk generuje, už také jednoduché nie je. Použite telesá, ktoré vám dá učiteľ a vytvorte rôzne zvuky. Pri každom z použitých telies odpovedzte na otázky:

- Čo treba urobiť s telesom, aby vydávalo zvuk?
- Ako sa správa teleso, keď vydáva zvuk?
- Ako dlho vydáva teleso zvuk?
- Ako môžeme zvuk ukončiť?
- Môžeme zmeniť niektorú z charakteristík zvuku, napr. hlasitosť alebo výšku?
Ak áno, akým spôsobom?

Pri jednotlivých telesách postupujte podľa inštrukcií.

ZVUKY BUBNA

Položte malé kúsky papiera na bubon. Čo sa stane, ak na bubon udrieme? Prečo sa kúsky papiera pohybujú?



ZVUKY LADIČKY

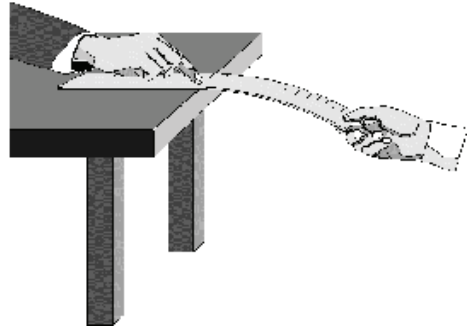
Rozozvučte ladičku úderom kladivka. Dotknite sa jemne koncov ladičky prstami. Čo cítite?

Teraz opäť ladičku rozozvučte a konce ladičky následne vložte do pohára s vodou. Čo pozorujete? Vysvetlite.



ZVUKY PRAVÍTKA

Podržte jeden koniec pravítka na konci stola. Druhý koniec zatlačte nadol a uvoľnite. Toto opakujte niekoľkokrát pri rozličných dĺžkach pravítka prečnievajúcich cez hranu stola. Čo pozorujete?



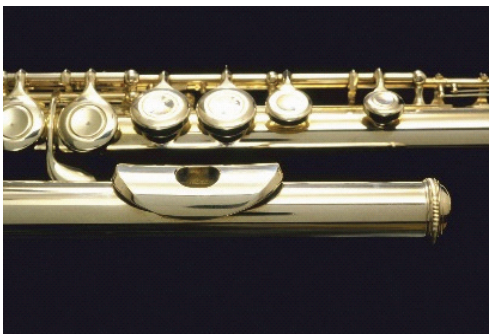
ZVUKY GUMY

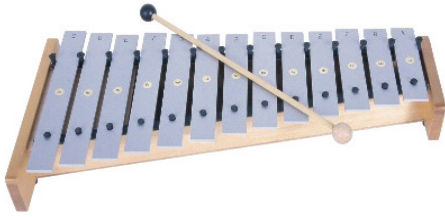
Gumu natiahnite okolo škatule. Brknite do gummy a počúvajte, čo sa deje. Položte krížom cez škatuľu pod gumu ceruzku a opäť brknite do gummy. Počujete alebo vidíte nejaké rozdiely? Prečo áno alebo prečo nie? Vysvetlite.

Pracovný list

Aktivita 1.2 Ako sa zvuk tvorí? (Časť II)

Na obrázkoch je niekoľko hudobných nástrojov. Opíšte, ktorá časť nástroja kmitá, t. j. je zdrojom zvuku.





Metodický list

Aktivita 1.6: Ako rýchlo sa zvuk šíri?

Vyučovacie ciele:

- Vedieť, že zvuk sa šíri pomalšie ako svetlo.
- Určiť rýchlosť zvuku na základe jeho odrazu.
- Rozumieť, že rýchlosť zvuku závisí od prostredia, v ktorom sa zvuk šíri.

Pomôcky:

- senzor zvuku, merací panel a softvér na snímanie zvuku (napr. CMA Coach 6), 1 m dlhá papierová alebo plastová trubica.

Postup:

Ukážte video s bleskom. Rozdajte *pracovný list: Ako rýchlo sa zvuk šíri? (Časť I)*. Nechajte žiakov odpovedať na otázku 1. Diskutujte so žiakmi, prečo najprv vidíme svetlo a až potom počujeme zvuk. Potom rozdeľte žiakov do skupín, ktoré budú pracovať pri počítačoch. Rozdajte im *pracovný list: Ako rýchlo sa zvuk šíri? (Časť II)*. Žiaci realizujú meranie rýchlosti zvuku vo vzduchu pomocou počítača. Ak treba, pomôžte žiakom pri zostavení experimentu a snímaní zvuku so senzorom zvuku pripojeným k počítaču.

Po ukončení merania porovnajte výsledky získané meraním s teoretickou hodnotou. So žiakmi môžete diskutovať aj o ďalších príkladoch využitia odrazu (navigácia lodí, zvieratá využívajúce „echolokáciu“ atď.).

Ďalej žiaci vyhľadávajú rýchlosti šírenia zvuku v iných prostrediach. Diskutujte s nimi o rozdieloch v šírení zvuku v tuhých látkach, kvapalinách a plynoch.

Možné otázky:

- Prečo pri búrke najskôr vidíme blesk, až potom počujeme hrom?
- Akou metódou môžeme určiť rýchlosť zvuku vo vzduchu?
- Ako vypočítate rýchlosť zvuku?
- Čo ovplyvňuje rýchlosť zvuku?
- V ktorom látkovom prostredí sa šíri zvuk najrýchlejšie?
- V ktorom látkovom prostredí sa šíri zvuk najpomalšie?

Aktivita 1.6: Ako rýchlo sa zvuk šíri? (Časť II)

SKÚMAJME POMOCOU POČÍTAČA

V tejto aktivite budete merať, ako rýchlo sa zvuk šíri. Potrebujete na to senzor zvuku a plastovú alebo papierovú trubicu dlhú 1 m. Použijete pritom tzv. metódu odrazu. Zvuk vytvoríte lusknutím prstov pri otvore trubice. Zvuk sa šíri v trubici, na jej konci sa odrazí a vracia sa späť k otvoru. Zvukový senzor detekuje zvuk vytvorený lusknutím prstov a potom zvuk, ktorý vznikol odrazom na uzavretom konci trubice. Čas, ktorý medzi tým uplynie, určíme na základe zvukového záznamu generovaného a odrazeného zvukového signálu. Zo známej vzdialenosti a času určíme rýchlosť šírenia zvuku.



- Pripojte zvukový senzor k meraciemu panelu.
- Otvorte aktivitu **Rychlost zvuku**.
- Senzor zvuku umiestnite k otvoru trubice podľa obrázka.
- Meranie spustíte stlačením zeleného tlačidla. Tým sa spustí snímanie.
- Lusknite prstami pri otvore trubice.
- Na monitore počítača sa objaví graf. Prvé maximum zodpovedá prvému zvukovému signálu a druhé maximum odrazenému signálu. Odčítajte z grafu príslušný časový interval.

$\Delta t = \underline{\hspace{2cm}}$ s (všimnite si, že čas je v milisekundách)

Vzdialenosť medzi prvým a druhým zachyteným signálom je:

$\Delta s = \underline{\hspace{2cm}}$ m.

- Určte rýchlosť zvuku použitím vzťahu:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Rýchlosť zvuku vo vzduchu je $\underline{\hspace{2cm}}$ m/s.

- Zistite použitím internetu, akou rýchlosťou sa šíri zvuk v iných materiáloch, napr.:

Hliník		Alkohol - metanol	
Železo		Plyn - hélium	
Sklo		Plyn - kyslík	
Voda (morská)			
Voda (destilovaná)			

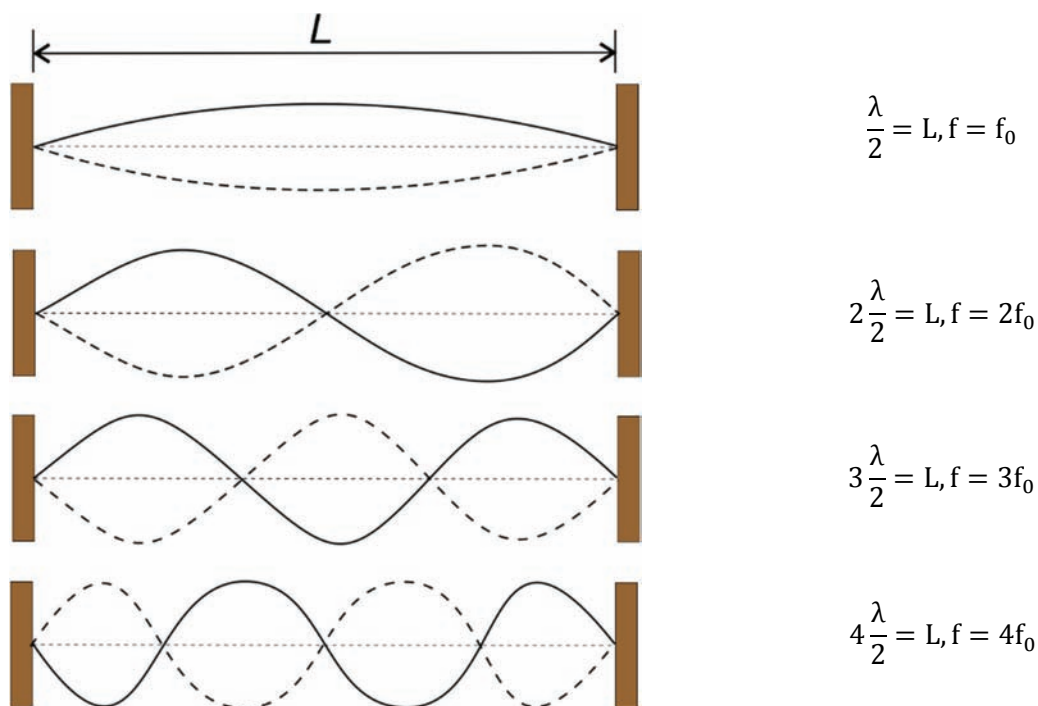
Metodický list

Aktivita 2.4: Meldeho experiment
Vyučovacie ciele:
<ul style="list-style-type: none"> • Porozumieť vzťahu medzi frekvenciami a stojatými vlnami na kmitajúcej strune. • Pochopiť pojmy základná frekvencia a vyššie harmonické frekvencie.
Pomôcky:
<ul style="list-style-type: none"> • tónový generátor a zdroj mechanického kmitania, struna, kladka a závažie na nastavenie napätia na strune

Postup:

V tejto aktivite žiaci realizujú Meldeho experiment, v ktorom je jeden koniec kmitajúcej struny upevnený na zdroji kmitania a druhý je cez kladku pripevnený na závažie, ktoré slúži na nastavenie napätia v strune. Napnutá struna je rozkmitaná zdrojom mechanických kmitov, frekvencia kmitania však nie je žiadnou zo základných frekvencií struny. Výchylka kmitajúcej struny je malá. Ak nastavíme frekvenciu kmitania na rovnakú hodnotu, ako je základná frekvencia kmitania struny, výchylka sa zväčší, pozorujeme obrazec stojatej vlny.

Počas experimentu meníme frekvenciu kmitania zdroja a pozorujeme rôzne obrazce stojatých vln na strune. Experiment zopakujeme pre rôzne napätia strún.



Stojatá vlna na kmitajúcej strune. Základná frekvencia, prvá, druhá a tretia harmonická frekvencia (λ - vlnová dĺžka stojatej vlny, L - dĺžka struny, f - frekvencia kmitania).

Harmonické frekvencie sú násobkami základnej frekvencie. Teda struna s dĺžkou L môže kmitať so základnou frekvenciou: $f_0 = v/2L$ (v – rýchlosť šírenia vlnenia v strune) a tiež s frekvenciami $f_1=2f_0$, $f_2=3f_0$, $f_3=4f_0$, $f_4=5f_0$, atď.

Tento experiment môže byť realizovaný ako demonštračný alebo ako skupinová práca. Každá skupina môže použiť rôzne napätie na strune. Žiaci objavia podobné stojaté vlny, ale pre rôzne napätia strún. Ak to bude časovo možné, skupiny môžu realizovať experimenty s rozličnými hrúbkami struny.

Ak nemožno realizovať experiment v triede, môžete využiť rôzne internetové demonštrácie, napr.: <http://youtu.be/S7-PDF6Vzc> alebo <http://youtu.be/MT7EpS4OX3k>.

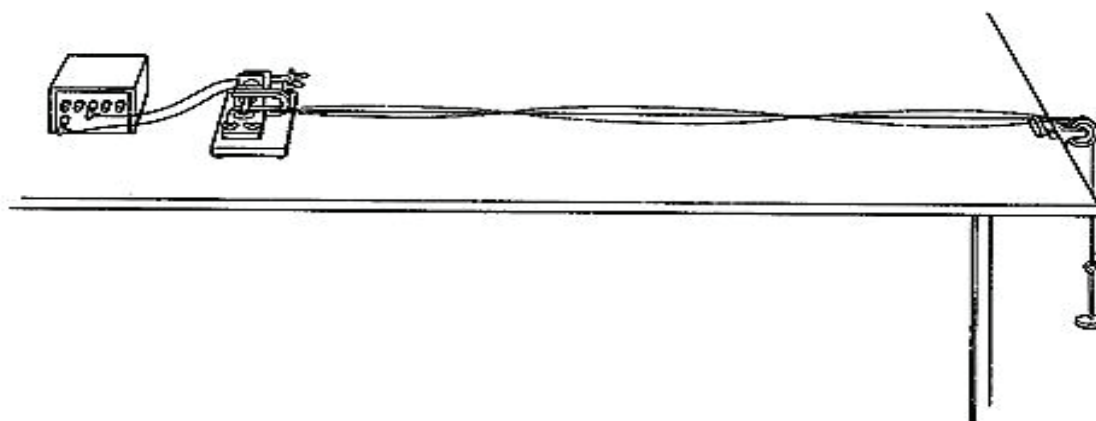
Možné otázky:

- Zakreslite obrazce stojatej vlny rôznych zdrojov kmitania (struna má oba konce pevne upevnené, ale existujú hudobné nástroje s upevneným iba jedným koncom).
- Možno pozorovať rôzne tvary stojatých vln aj pri gitare?

Aktivita 2.4: Meldeho experiment

V predchádzajúcich experimentoch ste zistili, že každý objekt má svoju vlastnú základnú frekvenciu. Pri base a gitare ste zistili, že základná frekvencia struny závisí od jej dĺžky. Môže však struna kmitať aj s inou ako základnou frekvenciou?

Pri tejto aktivite budeme pozorovať strunu, ktorá kmitá s rozličnými frekvenciami. V experimente budete používať zariadenie, ako je na obrázku.



Generátor poháňa mechanický vibrátor, ku ktorému je pripojená struna, na druhom konci struny je zavesené závažie, ktoré napína vlákno vedené cez kladku. Vlákno je rozkmitávané frekvenciou, s ktorou kmitá generátor. Tento experiment sa nazýva Meldeho experiment, pretože bol prvýkrát realizovaný nemeckým fyzikom Franzom Meldeom.

- Zostavte experiment podľa obrázka. Zapnite generátor spojený s vibrátorom.
- Postupne zvyšujte frekvenciu kmitania a pozorujte, ako sa správa vlákno.
- Pri istých frekvenciách sú obrazce vytvorené na vlákne stabilné a obsahujú opakujúce sa segmenty. Vo vlákne dochádza k rezonancii. Vytvorila sa stojatá vlna s maximálnou amplitúdou. Aké sú podmienky vzniku stojatej vlny s maximálnou amplitúdou?
- Určte frekvencie potrebné na vytvorenie štyroch rozličných obrazcov stojatej vlny na vlákne. Nakreslite tieto obrazce a určte zodpovedajúce frekvencie.
- Zmeňte napätie vlákna a experiment zopakujte. Opäť určte frekvencie potrebné, aby sa vytvorili štyri rozličné obrazce stojatej vlny. Porovnajte výsledky týchto dvoch experimentov.

Najnižšia frekvencia stojatej vlny predstavuje tzv. základnú frekvenciu. Ďalšie frekvencie sa nazývajú vyššie harmonické frekvencie (druhá, tretia, štvrtá harmonická frekvencia).

- Ktorý z vytvorených obrazcov na vlákne predstavuje stojatú vlnu so základnou frekvenciou?
- Určte kmitne a uzly v stojatej vlne. Aká je vzdialenosť dvoch kmitní stojatej vlny?
- Určte vzťah medzi dĺžkou struny L a vlnovou dĺžkou λ pre stojatú vlnu.
- Ktorý z vašich nakreslených obrazcov predstavuje stojatú vlnu s druhou, treťou, resp. štvrtou harmonickou frekvenciou? Určte kmitne a uzly v každej z vytvorených stojatých vln.
- Pre každú zo stojatých vln určte vzťah medzi dĺžkou struny L a vlnovou dĺžkou λ .
- Pre každú z harmonických frekvencií určte podiel jej frekvencie f a základnej frekvencie f_0 . Ako by ste opísali vzťah medzi týmito frekvenciami?

Aktivita 2.8: Farba zvuku

Vyučovacie ciele:

- Porozumieť, prečo rôzne hudobné nástroje rôzne znejú.

Pomôcky:

- zvukový senzor, softvér na meranie a analýzu zvukov (napr. Coach 6)

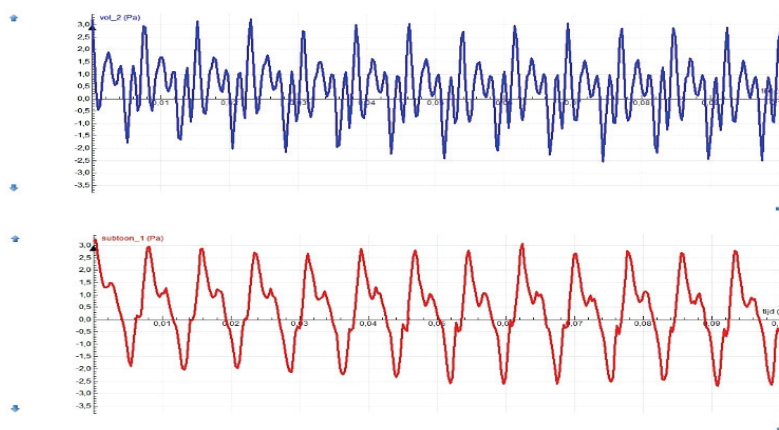
Postup:

Žiaci by mali byť oboznámení s meraním pomocou zvukového senzora (napr. v systéme Coach 6) a možnosťami analýzy zvukov. Ak žiaci už majú potrebné vedomosti a zručnosti, možno túto aktivitu realizovať ako otvorené bádanie.

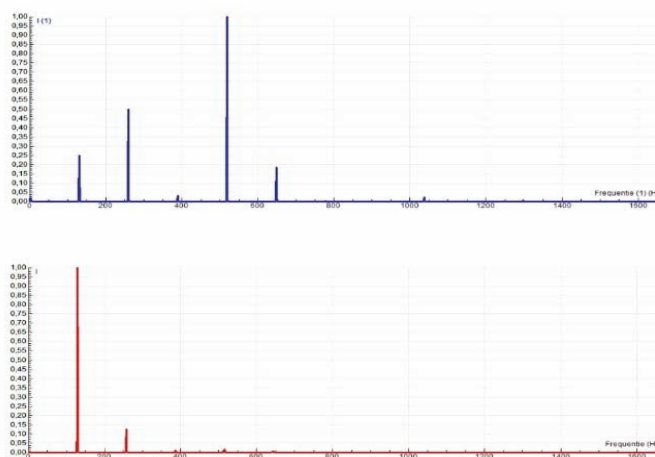
Triedu možno rozdeliť na skupiny a každá skupina bude používať iný hudobný nástroj. Môžeme využiť ľubovoľný z dostupných hudobných nástrojov, ale aj fľaše, plastové trubice alebo ľudské hlasy (ďalšími možnosťami sú detské hračky).

Pozrite napr. analýzu farby tónov saxofónu: <http://youtu.be/Onff7Lbe9xM>. Vo videu budete vidieť a počuť rovnaký tón dvakrát, ale nahratý rozdielnym spôsobom.

V grafoch vidíte dva tóny: ich frekvencie sú rovnaké, ale priebehy sa líšia.



Použite Fourierovu analýzu, ktorá ukáže, že tóny majú niektoré zložky rovnaké, ale prvý tón má bohatšiu farbu.



Možné otázky:

- Na základe vlastností hudobného nástroja predpovedajte zastúpenie vyšších harmonických frekvencií v generovanom tóne.
- Overte podobnosti a rozdiely medzi zvukmi hudobných nástrojov vo vzťahu k ich typu (prečo majú trombón a trúbka podobné tóny a prečo husle znejú veľmi odlišne).
- Skúste vytvoriť "rodiny" nástrojov a definujte charakteristické zvuky pre každú "rodinu".

Aktivita 2.8: Farba zvuku

Ak zahráme nejaký tón na hudobnom nástroji, struna alebo vzduchový stĺpec sa rozkmitá so svojou základnou frekvenciou, ale zároveň tón obsahuje aj vyššie harmonické frekvencie. Tón, ktorý hudobný nástroj vydáva, je zložený z harmonických tónov základnej a vyšších frekvencií, práve táto zmes dáva tónu jeho typické zafarbenie. Kombinácia základného a vyšších harmonických tónov rozličných intenzít určuje tzv. „farbu“ zvuku hudobného nástroja. Preto tón zahráný na trúbke znie ináč ako tón zahráný na violončele.



Úloha:

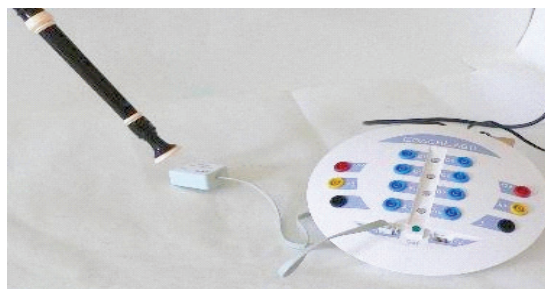
Demonštrujte časový priebeh tónov a určte ich frekvencie.

Pomôcky:

počítač so systémom COACH 6, sonda zvuku, merací panel Coach Lab II, rôzne hudobné nástroje (husle, gitara, elektrická gitara, akordeón, basa, syntetizátor) alebo hotové výsledky

Postup:

- Otvorte súbor *hudobne nástroje.cma*.
- Sondu zvuku pripojte na merací panel a umiestnite do primeranej vzdialenosti od zdroja zvuku (hudobného nástroja).
- Na vybranom nástroji zahrajte čistý tón a meranie odštartujte stlačením zeleného tlačidla. Následne sa zobrazí časový priebeh tónu.
- Na analýzu môžete použiť aj vopred nasnímané časové priebehy tónov hudobných nástrojov.



Analýza získaných výsledkov:

- Z grafickej závislosti vyberte dva časy t_1 , t_2 ohraničujúce začiatok a koniec periódy a určte frekvenciu tónu.

Hudobný nástroj	tón	t_1 (s)	t_2 (s)	T (s)	f (Hz)	f (Hz) analýzou signálu	vyššie harmonické frekvencie

- Hodnoty základnej frekvencie a vyšších harmonických frekvencií určte aj pomocou Fourierovej analýzy (*Spracovať/Analyzovať/Analýza signálu*) a zapíšte do ďalšieho stĺpca tabuľky.
- Čím je určená výška tónu?
- Čo určuje farbu tónu?
- Aký je časový priebeh dvoch tónov rovnakej výšky zahráných na iných hudobných nástrojoch?

Záver:

Aktivita 3.4: Analýza hlasu človeka
Vyučovacie ciele:
<ul style="list-style-type: none"> • Preskúmať formanty rozličných samohlások. • Formulovať vlastné výskumné otázky týkajúce sa analýzy ľudského hlasu.
Pomôcky:
<ul style="list-style-type: none"> • senzor zvuku, merací panel a softvér na snímanie zvuku, ktorý zároveň umožňuje zvuky analyzovať (napr. CMA Coach 6 alebo Raven Lite alebo Java simulácia Model tvorby ľudského hlasu, dostupné na http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/scl/vocoder/simulation.html)
Postup:
<p>Pri tejto aktivite žiaci skúmajú a analyzujú hlas človeka. Toto je otvorené bádanie, v rámci ktorého sa žiaci učia uvedomiť si a sformulovať výskumné otázky bez významnej pomoci učiteľa. Učia sa zostaviť a úspešne zrealizovať svoj vlastný experiment. Na základe jeho výsledkov formulujú závery a učia sa kriticky myslieť. V závere by mali získať dobrý obraz o tom, čo je hlasová analýza a aké sú jej aplikácie (spoločenské, priemyselné). Výskumné otázky uvedené ďalej sú len vzory. To však neznamená, že ich oznámime žiakom vopred. Dôležitým elementom tejto aktivity je práve hľadanie a formulovanie vlastných výskumných otázok.</p>
Možné výskumné otázky:
<p>Príklady výskumných otázok, na ktoré môžu v tejto aktivite žiaci hľadať odpovede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aký je rozdiel (ak nejaký je) v amplitúde a frekvencii zodpovedajúcej samohláskam 'a', 'e', 'o', a 'u'? Ktorú vlastnosť môžeme využiť na ich odlíšenie? • Ako možno vytvoriť hlasom zvuk najbližší tónu ladičky? • Analýza a rozpoznanie zvukového obrazu slova zem. • Ako rozpoznáme pohlavie človeka pri vyslovení rovnakej samohlásky 'a', 'e' a 'u'? Porovnajme muža a ženu. • Existuje rozdiel (ak áno tak aký) vo vyslovení samohlásky 'a': vyslovením so zapchatým nosom, za plachtou, spievaným 'a', šepkaným 'a' atď. • Porovnajme frekvenčné spektrum flauty a spievaného hlasu, pričom generujte tón rovnakej výšky. • Ktoré formanty (z najnižších piatich vyšších harmonických frekvencií) sú typické pre hlas a ktoré určujú výšku hlasu? • Čo určuje rozdiel medzi tou istou samohláskou vyslovenou rôznymi ľuďmi: vzťah medzi formantmi (vyššími harmonickými frekvenciami) alebo ich amplitúdami alebo absolútne rozdiely medzi nimi?

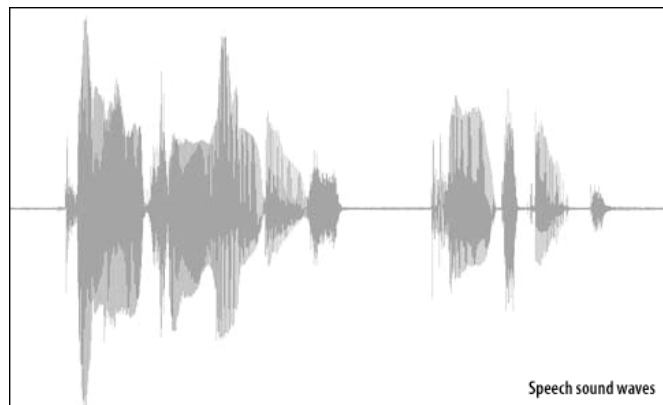
Pracovný list

Aktivita 3.4: Analýza hlasu človeka

Prečo dokážeme ihneď rozpoznať hlas prezidenta Obamu, dokonca bez toho, aby sme ho videli? Zrejme je to jeho hlas, ktorý je typický len preňho, na základe ktorého sme schopní povedať, že hovorí práve on. Aj na základe hlasu, ktorý počujeme v telefóne, vieme zistiť mnoho informácií, napr. pohlavie, vek, možno aj vzdelanie, pôvod, náladu a pod. A čo nato hovorí veda? Čo je "otlačkom" ľudského hlasu a je tento "otlačok" taký jedinečný, ako je naša DNA alebo otlaky prstov?



Analýza ľudského hlasu sa datuje do polovice 20. storočia a odvtedy sa v tejto oblasti aktívne skúma. Vlády krajín (vojsko, polícia, súdna fonetika, psychológia, špiónážne služby) sa o analýzu ľudskej reči vždy zaujímali a využívali ju. V poslednom období sa objavujú aj komerčné aplikácie, napr. počítače, ktoré sú schopné hovoriť, a ďalšie aplikácie v oblasti robotiky, automatizácie a bezpečnostných systémov.



Úloha:

Vašou úlohou je realizovať samostatný výskum. Pokúste sa sformulovať výskumné otázky, resp. problémy, ktoré súvisia s analýzou skúmaných zvukov. Zrealizujte skúmanie, v rámci ktorého na výskumné otázky odpoviete. Pripravte si prezentáciu o výsledkoch vášho skúmania pre vašich spolužiakov.

Téma

JEDNOSMERNÝ ELEKTRICKÝ PRÚD

Metodický materiál pre učiteľa

1. Úvod

Téma Jednosmerný elektrický prúd je zameraná na štúdium elektrického prúdu a základov elektrických obvodov s jednosmerným elektrickým prúdom. Žiaci sa v rámci tejto témy učia o jednoduchom elektrickom obvode, vodivosti rozličných materiálov, meraní elektrického prúdu a napätia. Ďalej sa naučia, že napätie medzi koncami vodiča spôsobí, že vodičom prechádza elektrický prúd. Skúmajú správanie sa rozličných prvkov v jednosmernom elektrickom obvode. Oboznámia sa s pojmom elektrický odpor a skúmajú jeho závislosť od teploty. Oboznámia sa s modelom elektrickej vodivosti a sériovým a paralelným spájaním rezistorov. Učia sa o vplyve elektrického prúdu na ľudské telo. Učia sa o elektrickej energii a výkone elektrického prúdu. Skúmajú vlastnosti jednoduchých elektrochemických zdrojov napätia a správanie sa zdroja elektromotorického napätia v jednoduchom elektrickom obvode. Zisťujú, ktoré vlastnosti zdroja toto správanie určujú. Cieľom je poskytnúť učiteľom aktivity, podporiť učenie sa tejto témy bádateľským spôsobom na rozličnej úrovni bádania. Téma je výrazne podporená digitálnymi technológiami s využitím senzora prúdu a napätia a tiež senzora teploty spolu s interfejsom a softvérom určeným na zber a spracovanie dát pomocou počítača.

Kategória žiakov: základná škola, 11- až 15-roční žiaci, stredná škola 15- až 19-roční žiaci

Zahrnuté predmety: fyzika

Predpokladaná dĺžka trvania: približne 13 vyučovacích hodín (každá v trvaní 45 minút)

2. Prvky aktívneho žiackeho bádania

Navrhnuté aktivity boli vybrané a navrhnuté s dôrazom na aktívne bádanie. Sú zamerané na základné princípy fungovania jednosmerných elektrických obvodov a ich vlastností. Sú navrhnuté pre žiakov gymnázia, ale niektoré z nich sú vhodné aj pre žiakov základnej školy. V tabuľke sú uvedené zručnosti, ktoré by mal žiak získať realizáciou týchto aktivít.

<i>Aktivita</i>	<i>Typ bádateľskej aktivity</i>	<i>Získané zručnosti</i>
1. Elektrický prúd, batéria a žiarovka		
1.1. Ako funguje ručné svietidlo	potvrdzujúce bádanie/ riadené bádanie	Pozorovať, formulovať otázky.
1.2. Zostavte jednoduché elektrické zariadenie	nasmerované bádanie	Navrhnuť postup skúmania, zrealizovať experiment, formulovať a overiť hypotézy.
2. Aké látky vedú elektrický prúd?	riadené bádanie	Pozorovať, navrhnuť postup skúmania, zrealizovať experiment.
3. Objavte štruktúru čiernej skrinky	potvrdzujúce bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu.
4. Meranie elektrického prúdu a napätia	riadené bádanie	Zrealizovať experiment, získať údaje s podporou IKT (alebo pomocou štandardných meracích prístrojov), merať veličiny v jednotkách SI sústavy.
5. Ako sa správajú rozličné prvky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom		
5.1. Rezistor a Ohmov zákon	potvrdzujúce bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu.
5.2. Žiarovka a Ohmov zákon		

5.3. Ďalšie prvky v obvode s jednosmerným prúdom		Zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci digitálnych nástrojov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
5.4. Aký prvok je ukrytý v čiernej skrinke?	nasmerované bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu. Zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci digitálnych nástrojov, použiť informácie podložené experimentom k formulácii záverov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
6. Elektrický odpor a teplota (zhotovme si svoj vlastný teplomer)		Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu. Zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci digitálnych nástrojov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
6.1. Kovový vodič	riadené bádanie	
6.2. Termistor	riadené bádanie	
7. Model elektrického obvodu (prečo kladie väčší alebo menší odpor)	Interaktívna diskusia	Formulovať otázky, vytvoriť model.
8. Ľudské telo a Ohmov zákon	nasmerované bádanie	Použiť vedecký poznatok v novej situácii, vyhľadávať informácie.
9. Ako sa správajú žiarovky v jednosmernom elektrickom obvode		
9.1. Dve identické žiarovky v sérii	riadené bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu, zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci digitálnych nástrojov, použiť informácie podložené experimentom k formulácii záverov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
9.2. Dve rozličné žiarovky v sérii	riadené/nasmerované bádanie	
9.3. Zapnime obvod so žiarovkami	nasmerované bádanie	
9.4. Dve žiarovky s rovnakým označením	nasmerované bádanie	
10. Zostavme si svoju vlastnú batériu		
10.1. Mince v roztoku	riadené bádanie	Pozorovať, navrhnuť postup skúmania, zrealizovať experiment.
10.2. Ovocný alebo zeleninový článok	riadené bádanie	
10.3. Olovená batéria	interaktívna demonštrácia	
11. Batéria a jej základné parametre		
11.1. Svorkové napätie	potvrdzujúce bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu. Zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci IKT nástrojov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
11.2. Výkon elektrického prúdu vo vonkajšej časti obvodu	riadené bádanie	
11.3. Účinnosť zdroja	riadené bádanie	

11.4. Zostavme model správania batérie v jednosmernom elektrickom obvode	nasmerované bádanie	Vytvoriť model.
12. Sériové a paralelné správanie batérií	nasmerované bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézy, zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci digitálnych nástrojov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
13. Ako elektrický úhor zabíja svoju korisť	nasmerované bádanie	Použiť vedecký poznatok v novej situácii, vyhľadávať informácie.
14. Koľko energie dodáva batéria?	riadené bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci IKT nástrojov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
15. Batérie a ich rozumné využívanie	otvorené bádanie	Vyhľadávať informácie, prezentovať informácie získané na základe skúmania.
16. Ďalšie alternatívne zdroje elektrickej energie – fotovoltický článok		
16.1. Ako funguje fotovoltický článok?	nasmerované bádanie	Vyhľadávať informácie, prezentovať informácie získané na základe skúmania.
16.2. Kedy bude výkon elektrického prúdu generovaný solárnym článkom maximálny?	riadené bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézy, zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci digitálnych nástrojov, prezentovať výsledky pomocou grafov.
16.3. Aká je účinnosť solárneho článku	interaktívna diskusia	Formulovať otázku/ výskumný problém, vedieť ho logicky vysvetliť na základe výsledkov skúmania.
17. Ďalšie alternatívne elektrické zdroje – vodíkový palivový článok		
16.4. Princíp vodíkového článku	nasmerované bádanie	Vyhľadávať informácie, prezentovať informácie získané na základe skúmania.
16.5. Energetická účinnosť PEM elektrolyzéra	riadené bádanie	Navrhnuť postup skúmania, sformulovať a overiť hypotézu zrealizovať experiment, získať, analyzovať a popisovať údaje za pomoci digitálnych nástrojov, prezentovať výsledky pomocou grafov, formulovať otázku/ výskumný problém, vedieť ho logicky vysvetliť na základe výsledkov skúmania.
16.6. VA charakteristika a krivka výkonu PEM palivového článku	riadené bádanie	
16.7. Energetická účinnosť PEM palivového článku	riadené bádanie/interaktívna diskusia	

3. Vedecký obsah

Pred realizáciou aktivít na tému Jednosmerný elektrický prúd predpokladáme u žiakov prvotné poznatky:

- Základné poznatky z elektrostatiky: existencia dvoch druhov elektrického náboja, kladne a záporne nabité teleso, elektrické pole, sily pôsobiace medzi nabitými telesami (Coulombov zákon), pojem elektrické napätie.
- Elektrický prúd ako jav, elektrický prúd ako fyzikálna veličina.
- Elektrický obvod, základné prvky elektrického obvodu, schéma elektrického obvodu, schematické značky prvkov elektrického obvodu.
- Aktivity nepokrývajú celý obsah témy Jednosmerný elektrický prúd. Ide o výber aktivít vzhľadom na ich potenciál na uplatnenie metód aktívneho bádania. Preto realizácii aktivít musia predchádzať vyučovacie hodiny zamerané na zavedenie pojmov, ktoré sa v danej aktivite používajú (napr. pojmy elektrická energia, výkon elektrického prúdu, elektromotorické napätie).

V rámci témy Jednosmerný elektrický prúd sa žiaci oboznámia s poznatkami:

- Aby tiekol trvalý elektrický prúd, je potrebný uzavretý elektrický obvod, ktorý obsahuje určité elektrické prvky.
- Existuje mnoho materiálov, ktoré vedú elektrický prúd. Materiály však môžu mať odlišnú schopnosť elektrický prúd viesť (odlišnú vodivosť, resp. elektrický odpor).
- Elektrický prúd možno merať pomocou ampérmetra, elektrické napätie pomocou voltmetra, ktoré sú do elektrického obvodu vhodne zapojené. Na meranie elektrického prúdu a napätia možno využiť aj nástroje IKT, t. j. senzor prúdu, resp. senzor napätia spojený prostredníctvom interfejsu s počítačom. Elektrický prúd je rovnaký vo všetkých miestach jednoduchého elektrického obvodu.
- Elektrický odpor a Ohmov zákon. Súčasťou elektrického obvodu môžu byť prvky, ktoré sa správajú v obvode rozličným spôsobom.
- Elektrický odpor závisí od teploty. Táto závislosť môže byť rastúca (kovový vodič) alebo klesajúca (polovodič). Táto vlastnosť elektrického odporu môže byť využitá na zhotovenie teplomera.
- Teoretický model jednoduchého elektrického obvodu založený na koncepcii povrchových nábojov. Rezistory zapojené v sérii a paralelne.
- Ľudské telo a elektrický prúd. Ohmov zákon pre ľudské telo.
- Elektrická energia a výkon elektrického prúdu. Pojmy elektrická energia a výkon musia byť zavedené na vyučovacej hodine pri predchádzajúcej aktivite 9 (správanie sa žiaroviek v jednosmernom elektrickom obvode). Výkon elektrického prúdu vo vonkajšej časti obvodu (t. j. žiarovke) určuje svietivosť žiarovky.
- Elektrochemický zdroj napätia (primárny a sekundárny), elektrochemický článok. Batéria vytvorená spojením viacerých článkov.
- Svorkové napätie (a elektromotorické napätie) batérie a jeho závislosť od prúdu prechádzajúceho obvodom. Vnútorný odpor zdroja.
- Prenos výkonu z batérie do záťaže. Účinnosť tohto prenosu. Teoretický model správania sa batérie.
- Sériové a paralelné spájanie batérií. Elektromotorické napätie a vnútorný odpor spojených batérií.
- Ďalšie vlastnosti batérie. Energia dodaná batériou. Kapacita batérie. Ďalšie parametre batérie.
- Každodenné využívanie batérií. Environmentálne aspekty spojené s ich likvidáciou.
- Alternatívne zdroje napätia (fotovoltaický a palivový článok).

Detailný popis a vysvetlenie modelu elektrického obvodu je možné nájsť v článkoch:

Haertl, H.: The electric Circuit as a System: A New Approach, Eur.J.Sci.Educ., 1982, vol.4, No.1, 45-55

Sherwood, B., A., Chabay, R., W. A unified treatment of electrostatics and circuits, available at

<<http://matterandinteractions.org/Content/Articles/circuit.pdf>>

Čukanová, E., Kireš, M.: Inovácia výučby elektrického poľa na gymnáziu, DIDFYZ 2006. Rozvoj schopností žiakov v prírodovednom vzdelávaní: zborník abstraktov a príspevkov z 15. medzinárodnej konferencie : Račkova dolina, 11.-14.október 2006 : CD. - Nitra, 2007. - ISBN 978-80-8094-082-9., 1-6

4. Didaktický problém

Väčšina aktivít je zameraná na samostatné žiacke skúmanie. Aktivity boli zvolené a navrhnuté s dôsledným využitím metód aktívneho bádania. Z týchto dôvodov aktivity nepokrývajú danú tému v celom rozsahu. Uvedené sú aktivity s rozličnou úrovňou bádania na podporu výučby tejto témy bádateľským spôsobom. Preto niektoré pojmy využívané v aktivite musia byť žiakom zavedené na hodinách, ktoré realizácii danej aktivity predchádzajú (napr. pojmy výkon, elektrická energia, elektromotorické napätie).

Elektrický prúd predstavuje jednu zo základných oblastí fyziky, ktorá je dôležitá na všetkých úrovniach jej vyučovania. Na úrovni základnej školy žiaci získavajú prvotné skúsenosti s jednoduchým elektrickým obvodom. Na úrovni strednej školy sa žiaci učia o elektrickom prúde systematickejšým spôsobom. Na základe toho sú aktivity využiteľné na rozličných úrovniach. Pre žiakov základnej školy (12- až 15-roční žiaci), v závislosti od vzdelávacieho programu, sú odporúčané aktivity 1, 2, 3, 4, 5.1, 5.2, 8 a 10. Elektrina predstavuje jednu z najnáročnejších tém pre žiacke pochopenie. Je všade okolo nás, ale zároveň tieto javy nie sú pre nás viditeľné. Pojmy elektrický prúd a napätie sú náročné na pochopenie, keďže ich nedokážeme priamo pozorovať. Preto v tejto časti fyziky vzniká mnoho nedorozumení a miskoncepcií. Výsledky didaktických výskumov dokazujú, že k najbežnejším miskoncepciám patria:

- Elektrický prúd je spotrebovaný záťažou (žiarovkou). Keďže záťaž (rezistor) prúd prichádzajúci z batérie spotrebuje, menší prúd tečie späť do batérie.
- Ak je v obvode otvorený spínač, medzi jeho koncami nie je žiadne napätie, keďže $U = IR$ a $I = 0$.
- Ohmov zákon platí pre všetky prvky elektrického obvodu (nielen pre rezistory).
- Elektróny sa pohybujú elektrickým obvodom rýchlo (takmer rýchlosťou svetla). Preto sa žiarovka, ktorú zapojíme do obvodu, takmer okamžite rozsvieti.
- Elektrický náboj, ktorý sa obvodom pohybuje, spomalí svoj pohyb pri prechode rezistorom.
- Vodič nemá žiadny elektrický odpor.
- Elektrický odpor sústavy paralelne spojených rezistorov je vždy väčší ako najväčší z odporov rezistorov.
- Batéria je zdrojom elektrického prúdu. Batéria produkuje buď žiadny prúd (ak k nej nie je nič pripojené), alebo produkuje vždy rovnaký prúd nezávisle od toho, čo je k nej pripojené. Elektromotorické napätie a svorkové napätie sú synonymá.
- Medzi svorkami batérie uzavretého elektrického obvodu neexistuje žiadny prúd.
- Náboj, ktorý prechádza obvodom, pochádza zo zdroja.
- Elektrický prúd a napätie je to isté.

Aktivity sú navrhnuté so zreteľom na výsledky didaktických výskumov v oblasti žiackych miskoncepcií. Učiteľ počas vyučovania kladením vhodných otázok žiacke miskoncepce, resp. nesprávne prvotné predstavy, odhaľuje a konfrontuje ich s výsledkami získanými experimentovaním. Model elektrického obvodu (prečo kladie väčší alebo menší odpor) predstavuje prístup k výučbe elektrických obvodov navrhnutý a opísaný Hermanom Haertlom. Tento prístup sa práve cielene zameriava na štandardné žiacke miskoncepce v tejto oblasti. Aktivity sú navrhnuté na určitú úroveň bádania. Je však na učiteľovi, ktorý v závislosti od úrovne svojich žiakov môže zvoliť aj vyššiu úroveň bádania (smerom k viac otvorenému bádaniu) alebo naopak, aktivitu upraví smerom k vyššej miere riadenia učiteľom (učebnými materiálmi).

5. Vzťah k priemyslu

Táto téma poskytuje veľa možností poukázať na aplikácie v priemysle alebo každodennom živote, keďže s elektrickými zariadeniami sa stretávame na každom kroku. Treba zdôrazniť, že podmienkou fungovania elektrických zariadení je uzavretý elektrický obvod. Elektrické zariadenia obsahujú elektrické prvky (rezistory, polovodičové prvky, diódy atď.). Zmenou elektrického odporu rezistora dokážeme meniť prúd v obvode a následne, napr. pri tom istom napätí, jas lampy, rýchlosť elektrického autíčka a pod. Elektrický odpor sa využíva v archeológii na vyhľadávanie potenciálnych archeologických nálezísk. Fotorezistory sa zasa využívajú na spínanie lúčových diód v noci.

Polovodičové diódy dali základ širokému rozvoju elektroniky. LED diódy sú tiež využívané ako svetelné zdroje.

Pri výučbe elektrických prvkov a ich správania sa v elektrickom obvode môžeme zorganizovať návštevu centra, kde sa vyrábajú nejaké elektronické zariadenia (napr. Panasonic Krompachy - výroba blue ray prehrávačov, videoprehrávačov a pod., Tesla Stropkov - výroba telefónnych prístrojov a pod.). Môžeme so žiakmi zrealizovať exkurziu do strediska, kde sú elektronické zariadenia rozoberané na súčiastky a následne separované (napr. firma V.O.D.S - centrum likvidácie odpadov, ktorá sa medzi iným zaoberá zberom a spracovaním elektro odpadov). Takáto návšteva môže viesť k následnej diskusii o možných environmentálnych problémoch spojených s elektronickým odpadom. Teplotná závislosť elektrického odporu umožňuje výrobu teplomerov. Na pochopenie princípu elektronického teplomera žiaci zostavia svoj vlastný teplomer založený na teplotnej závislosti termistora. Aplikácie Ohmovho zákona môžu viesť k diskusiám o vplyve elektrického prúdu na ľudský organizmus a zvyšovaní bezpečnosti pri práci s elektrickým prúdom. Pojem elektrický výkon a elektrická energia dáva príležitosť na diskusie o spotrebe elektrickej energie rozličných domácich spotrebičov a zariadení. Dobrým príkladom môže byť porovnanie energetickej spotreby klasických žiaroviek s úspornými žiarovkami. Široké aplikácie sú spojené s batériami. Žiaci si môžu zostaviť svoju vlastnú batériu. Analýzou rozličných batérií z hľadiska ich elektromotorického napätia, vnútorného odporu, energie, ktorú je batéria schopná dodať do obvodu, a ďalších parametrov získajú žiaci základný prehľad o vlastnostiach batérií a ich rozumnom využívaní. Aplikácia v živočíšnej ríši na príklade elektrického úhora vhodne ilustruje význam sériového a paralelného spájania batérií. Environmentálne aspekty využívania a likvidácie batérií nabádajú na vyhľadanie najbližšieho recyklačného centra a na diskusie o tom, ako sa treba zbavovať použitých batérií. Pri tejto téme je tiež vhodné diskutovať o elektromobiloch a perspektívach ich využívania. Pri téme súvisiacej so zdrojmi napätia je potrebné sa zmieniť aj o alternatívnych zdrojoch napätia, ako sú palivové články a fotovoltické články (používané v solárnych paneloch). Žiaci môžu v prípade dostupných pomôcok realizovať meranie ich účinnosti a diskutovať o ich využívaní. V rámci tejto témy je vhodné tiež zorganizovať návštevu blízkej solárnej elektrárne (napr. fotovoltická elektráreň FVE Rudník).

6. Vyučovacie postupy

Téma Jednosmerný elektrický prúd obsahuje 17 aktivít, pričom niektoré z nich pozostávajú z viacerých častí. Tieto aktivity sú postavené na rozličnej bádateľskej úrovni. Učiteľ si môže vybrať aktivitu, ktorá je vhodná pre jeho vzdelávací program. V tabuľke je návrh usporiadania aktivít rešpektujúci 5E cyklus bádania (Engage – Zapojenie, Explore – skúmaj, Explain – vysvetli, Extent/Elaborate – rozšír, rozpracuj, Evaluate – vyhodnoť).

Aktivita	Úroveň bádania	Fáza učebného cyklu
1. Elektrický prúd, batéria a žiarovka		
1.1. Ako funguje ručné svietidlo	potvrdzujúce bádanie/riadené bádanie	Zapojenie/Skúmanie
1.2. Zostavte jednoduché elektrické zariadenie	nasmerované bádanie	Zapojenie/Skúmanie
2. Aké látky vedú elektrický prúd?	riadené bádanie	Skúmanie /Vysvetlenie
3. Objavte štruktúru čiernej skrinky	potvrdzujúce bádanie/viazané bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
4. Meranie elektrického prúdu a napätia	riadené bádanie	Skúmanie
5. Ako sa správajú rozličné prvky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom		
5.1. Rezistor a Ohmov zákon	potvrdzujúce bádanie	Skúmanie /Vysvetlenie
5.2. Žiarovka a Ohmov zákon		

5.3. Ďalšie prvky v jednosmernom elektrickom obvode		
5.4. Aký prvok je ukrytý v čiernej skrinke?	nasmerované bádanie	Rozšírenie/Rozpracovanie
6. Elektrický odpor a teplota (zhotovme si svoj vlastný teplomer)		
6.1. Kovový vodič	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
6.2. Termistor	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
7. Model elektrického obvodu (prečo kladie väčší alebo menší odpor)	interaktívna diskusia/demonštrácia	Vysvetlenie
8. Ľudské telo a Ohmov zákon	nasmerované bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
9. Ako sa správajú žiarovky v jednosmernom elektrickom obvode		
9.1. Dve identické žiarovky v sérii	riadené bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
9.2. Dve rozličné žiarovky v sérii	riadené/nasmerované bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
9.3. Zapnime obvod so žiarovkami	nasmerované bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
9.4. Dve žiarovky s rovnakým označením	nasmerované bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
10. Zostavme si svoju vlastnú batériu		
10.1. Mince v roztoku	riadené bádanie	Zapojenie/Skúmanie
10.2. Ovocný alebo zeleninový článok	riadené bádanie	Zapojenie/Skúmanie
10.3. Olovená batéria	interaktívna demonštrácia	Zapojenie/Skúmanie
11. Batéria a jej základné parametre		
11.1. Svorkové napätie	potvrdzujúce bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
11.2. Výkon elektrického prúdu vo vonkajšej časti obvodu	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
11.3. Účinnosť zdroja	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
11.4. Zostavme model správania batérie v jednosmernom elektrickom obvode	nasmerované bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
12. Sériové a paralelné správanie batérií	nasmerované bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
13. Ako elektrický úhor zabíja svoju korisť	nasmerované bádanie	Rozšírenie (Rozpracovanie)
14. Koľko energie dodáva batéria?	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
15. Batérie a ich rozumné využívanie	otvorené bádanie	Rozpracovanie/Vyhodnotenie
16. Ďalšie alternatívne elektrické zdroje – fotovoltaický článok		
16.1. Ako funguje fotovoltaický článok?	nasmerované bádanie	Vysvetlenie
16.2. Kedy bude výkon elektrického prúdu	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie

generovaný solárnym článkom maximálny?		
16.3. Aká je účinnosť solárneho článku	interaktívna diskusia	Skúmanie/Vysvetlenie
17. Ďalšie alternatívne elektrické zdroje – vodíkový palivový článok		
17.1. Princíp vodíkového článku	nasmerované bádanie	Vysvetlenie
17.2. Energetická účinnosť PEM elektrolyzéry	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
17.3. VA charakteristika a krivka výkonu PEM palivového článku	riadené bádanie	Skúmanie/Vysvetlenie
17.4. Energetická účinnosť PEM palivového článku	riadené bádanie/interaktívna diskusia	Skúmanie/Vysvetlenie

7. Hodnotenie

Aktivity 1 - 5 sú zamerané na objasnenie základných poznatkov o jednoduchých elektrických obvodoch. Hodnotenie môže zahŕňať praktické úlohy súvisiace s konštrukciou jednoduchého obvodu a meraním elektrického prúdu a napätia.

Aktivity 5 - 8 zahŕňajú voltampérové charakteristiky rozličných prvkov elektrického obvodu, teplotnú závislosť elektrického odporu a sériové a paralelné spájanie odporov. Hodnotenie môže zahŕňať teoretický test zameraný na pochopenie týchto pojmov a vzájomných súvislostí, ako aj žiacke prezentácie zamerané na vyhľadávanie informácií o vplyve elektrického prúdu na ľudský organizmus a o ďalších aplikáciách elektrického odporu v priemysle a živote (v archeológii, medicíne, napr. detektor lži, bioelektrická impedančná analýza na odhad množstva tuku v tele).

Aktivita 9 je zameraná na pochopenie pojmu elektrický výkon a elektrická energia. Na hodnotenie je vhodné použiť vedomostný test zameraný na pochopenie týchto pojmov.

Aktivity 10 - 17 sú určené na pochopenie pojmu batéria a jej parametre, čo môže byť overené vedomostným testom. Otvorené bádanie v rámci aktivity 15 môže viesť k žiackym prezentáciám alebo písomným správam, ktoré môžu byť ohodnotené učiteľom na základe realizovanej prezentácie výsledkov.

Pri všetkých aktivitách, v ktorých žiaci realizujú potvrdzujúce, riadené alebo nasmerované bádanie, pričom žiaci daný problém skúmajú, analyzujú a následne formulujú závery, od žiakov vyžadujeme odovzdaný písomný protokol v požadovanej štruktúre, ktorý ohodnotíme. Pri hodnotení osobitnú pozornosť venujeme formulácii záverov a diskusii o záveroch merania.

8. Žiacke aktivity

Metodický list

Aktivita 5: Ako sa správajú rozličné prvky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom
Vyučovacie ciele:
<ul style="list-style-type: none"> • Rozumieť, že napätie na kovovom vodiči vyvolá elektrický prúd, ktorý týmto prvkom prechádza. • Vyšetriť vzájomnú súvislosť medzi elektrickým prúdom prechádzajúcim kovovým vodičom a napätím na koncoch tohto vodiča. • Interpretovať graf závislosti elektrického prúdu od napätia pre kovový vodič. • Porozumieť pojmu elektrický odpor. • Vyšetriť správanie sa rozličných prvkov v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom. • Interpretovať graf závislosti elektrického prúdu od napätia pre rozličné prvky elektrického obvodu.

Pomôcky:

regulovateľný zdroj jednosmerného napätia (do 10 V), vodiče, rezistory s rozličnou hodnotou elektrického odporu (napr. 20 Ω alebo viac), žiarovka (napr. 6 V/0,05 A), ďalšie prvky elektrického obvodu (napr. polovodičová dióda), ochranný rezistor pre obvod s diódou, počítač s meracím panelom a softvérom (napr. COACH6), senzor prúdu, senzor napätia (v prípade, že nemáme k dispozícii počítač s meracím panelom a senzormi, môžeme použiť štandardný ampérmeter a voltmeter), čierne skrinky s rezistorom, polovodičovou diódou, žiarovkou, príp. termistorom

Postup:

Rozdeľte triedu na skupiny po 2 - 3 žiakoch a rozdajte im pracovný list: Ako sa správajú rozličné prvky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom. V tejto aktivite žiaci realizujú experiment, v ktorom vyšetrojú, aká je závislosť medzi elektrickým prúdom, ktorý prechádza rezistorom, a napätím na jeho koncoch (VA charakteristika). Aktivita smeruje k pochopeniu pojmu elektrický odpor. Žiaci by už mali mať dostatok zručností na realizáciu merania za pomoci senzorov napätia a prúdu.

Na začiatku žiakov oboznámime s pojmom elektrický odpor. Počas merania žiaci objavia, že pre kovový vodič je závislosť elektrického prúdu prechádzajúceho vodičom od napätia na jeho koncoch lineárna, čomu zodpovedá graf závislosti prúdu od napätia a konštantná hodnota elektrického odporu. Meraním pre ďalšie rezistory iných elektrických odporov žiaci odhaľujú, ako sa zmení tvar závislosti (sklon čiary grafu) pre väčšie, resp. menšie hodnoty odporu.

Dôležitým momentom tejto aktivity je prepojenie reálneho experimentu s jeho grafickou reprezentáciou a schopnosť vyčítať z čiary grafu potrebné informácie. Žiaci sa učia o fyzikálnom význame tvaru grafu (priamka, krivka), sklone čiary grafu a učia sa graf správne fyzikálne interpretovať.

V nasledujúcom kroku žiaci vyšetrojú správanie sa ďalších prvkov v jednosmernom elektrickom obvode, napr. žiarovka, polovodičová dióda, a porovnávajú ich správanie s rezistorom. Žiaci pritom postupujú podľa inštrukcií v pracovnom liste na úrovni riadeného objavovania.

Na prehĺbenie konceptuálneho porozumenia Ohmovho zákona môžu žiaci realizovať ďalšiu aktivitu, v ktorej postupujú opačným spôsobom. Prvky elektrického obvodu sú teraz ukryté v čiernej skrinke a žiaci majú na základe VA charakteristiky odhaliť obsah čiernej skrinky. Aktivitu realizujeme na úrovni nasmerovaného bádania, t. j. žiaci dostanú riešiť problém Čo je schované vnútri skrinky? Ich úlohou je navrhnúť experiment, ktorý im dá odpoveď na túto otázku. Vopred pripravené čierne skrinky obsahujú rezistor, žiarovku, polovodičovú diódu, príp. termistor. Od žiakov očakávame zostavenie jednoduchého obvodu s vybranou čiernou skrinkou, ktorej VA charakteristiku odmerajú. Porovnaním jednotlivých charakteristík žiaci rozhodnú o konkrétnom obsahu skrinky. Žiaci by mali postupovať samostatne, učiteľ sa snaží do plánovania a realizácie experimentu čo najmenej zasahovať.

Táto aktivita poskytuje široké možnosti na poukázanie prepojenia poznatkov s priemyslom. Môže ísť predovšetkým o zdôraznenie aplikácie rezistorov a ďalších elektrických prvkov a elektronických komponentov, napr.:

- Štandardné použitie rezistorov v elektrických obvodoch rozličných zariadení. Použitím premenného rezistora možno napr. meniť jas lampy. Pri niektorých modeloch pretekárskych autíčok stlačením tlačidla ovládača sa zmení odpor premenného rezistora, čím možno zvýšiť elektrický prúd prechádzajúci motorom, takže autičko sa zrýchli.
- Použitie elektrického odporu v širšom kontexte, napr. v archeológii sa používajú kovové sondy, ktoré sa zasunú do zeme a merajú hodnotu lokálneho elektrického odporu. Na základe merania elektrického odporu pôdy možno nájsť potenciálne archeologické náleziská a rozlíšiť a zmapovať tak oblasti vytvorené ľudskou rukou, ktoré sú pod povrchom zeme. Náleziská ciest a budov zvyknú byť suché a kompaktné, čím vytvárajú vysoký elektrický

odpor, priekopy a kanály sa naopak vyznačujú vysokou vlhkosťou, čím majú aj vysokú vodivosť.

- Fotorezistory menia elektrický odpor s dopadajúcim svetlom. Používajú sa preto na spínanie svetla v tme. Termistory zasa menia (zmenšujú) svoj elektrický odpor s rastúcou teplotou.
- Diódy umožnili rozvoj elektroniky. LED diódy (light emitting diode) svietia, keď nimi prechádza elektrický prúd. LED sa málokedy kazia, preto sa často používajú namiesto žiaroviek.

Výučba tejto témy dáva možnosti poukázať na prepojenie s priemyslom aj prostredníctvom exkurzií, napr. do centier, kde sa rozoberajú elektrické zariadenia (napr. televízory, rádiá, počítače, mobilné telefóny atď.). Keď sa so žiakmi rozprávame o elektronickom odpade, diskusia môže viesť aj k vplyvu takéhoto odpadu na životné prostredie.

Možné otázky:

- Čo spôsobí elektrické napätie na prvku elektrického obvodu?
- Správajú sa rozličné prvky (napr. rezistor, žiarovka, dióda) v jednosmernom elektrickom obvode rovnako?
- Ako vplyva elektrické napätie na prvku na elektrický prúd, ktorý ním prechádza? V prípade, že elektrické napätie rastie, elektrický prúd rastie, klesá alebo sa nemení? Aká je matematická závislosť medzi elektrickým prúdom a napätím pre konkrétny prvok elektrického obvodu?
- Ako možno od seba odlíšiť jednotlivé prvky elektrického obvodu na základe ich VA charakteristiky?

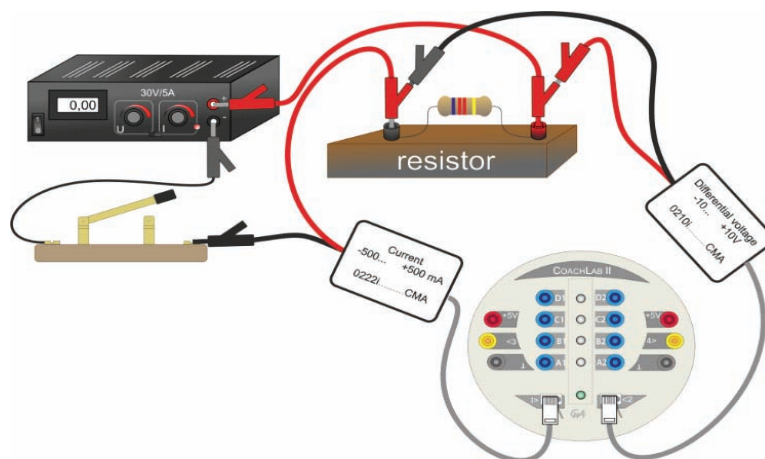
Pracovný list

Aktivita 5: Ako sa správajú rozličné prvky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom

Aktivita 5.1: Rezistor a Ohmov zákon

Pri tejto aktivite budete používať bežný prvok elektrického obvodu nazývaný rezistor, ktorý sa zvyčajne používa, aby kládol odpor elektrickému prúdu prechádzajúcemu obvodom. Túto vlastnosť prvku znižovať hodnotu elektrického prúdu opisujeme fyzikálnou veličinou **elektrický odpor**, značka R . Preskúmajte, ako napätie na koncoch rezistora ovplyvňuje elektrický prúd tečúci rezistorom a akú úlohu má pritom jeho elektrický odpor.

- Otvorte súbor *VA charakteristika*. Zostavte jednoduchý elektrický obvod s rezistorom a do obvodu zapojte senzor napätia a prúdu podľa obrázka. V experimente použite regulovateľný zdroj jednosmerného napätia, pomocou ktorého budete meniť napätie na rezistore a sledovať zodpovedajúcu hodnotu elektrického prúdu, ktorý cez rezistor prechádza, t. j. **voltampérovú charakteristiku rezistora**.

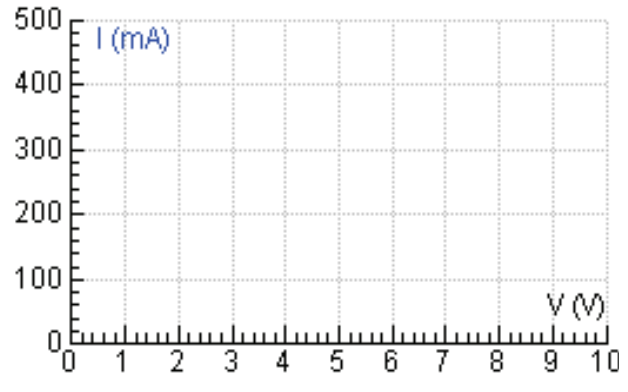
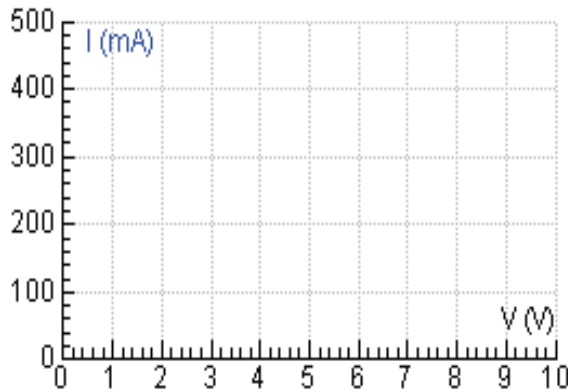


Obr. 1 Jednoduchý elektrický obvod – regulovateľný zdroj jednosmerného napätia, rezistor, senzor prúdu a senzor napätia

- Skôr než spustíte meranie, predstavte si, že meníte napätie zdroja, čím zvyšujete napätie na rezistore. Čo sa deje s elektrickým prúdom, ktorý prechádza rezistorom? Do obrázka zakreslite svoju predpoveď.

Predpoveď

Výsledok



- Spustíte meranie. Plynule meňte napätie na zdroji z hodnoty 0 V až po 10 V počas 10 sekúnd. Neprekročte pritom maximálnu hodnotu. Porovnajete výsledok merania s vašou predpoveďou.
- Do tabuľky zapíšte aspoň tri hodnoty napätia namerané na rezistore a zodpovedajúce hodnoty prúdu. Pre každé meranie vypočítajte pomer medzi napätím na rezistore a elektrickým prúdom, ktorý rezistorom prechádza.

	U (V)	I (A)	$\frac{U}{I}$ (V/A)
1.			
2.			
3.			
4.			

Aký je pomer medzi napätím na rezistore a elektrickým prúdom, ktorý rezistorom prechádza v jednotlivých prípadoch?

- Opíšte výsledok vášho merania. Akú závislosť vám pripomína graf závislosti elektrického prúdu prechádzajúceho rezistorom od napätia na koncoch rezistora?
- Namerané dáta fitujte vhodnou funkciou. Zapíšte typ funkcie a hodnotu parametrov.

$f(x) =$

$a =$

- Aký je fyzikálny význam premenných x , y vo funkcii $y = f(x)$?

$x =$

$y =$

Nameraná závislosť elektrického prúdu tečúceho rezistorom od napätia na jeho koncoch je známa ako **Ohmov zákon**. Konštanta úmernosti (parameter a vo funkcii, ktorou ste namerané dáta fitovali) v tejto závislosti definuje fyzikálnu veličinu nazvanú **elektrická vodivosť G** s jednotkou **Siemens, S** . Prevrátená hodnota elektrickej vodivosti predstavuje fyzikálnu veličinu **elektrický odpor R** s jednotkou **Ohm, Ω** . Zapište teraz elektrickú vodivosť, resp. elektrický odpor pomocou veličín napätie a prúd.

$G =$

$R =$

- Sformulujte vzťah medzi elektrickým prúdom prechádzajúcim rezistorom a napätím na koncoch rezistora s použitím veličín U , I a R (príp. G).

$I =$

Tento vzťah je známy ako **Ohmov zákon pre časť elektrického obvodu**. Prvok elektrického obvodu, ktorý spĺňa tento zákon, sa nazýva **lineárny**.

- Mení sa hodnota elektrického odporu rezistora s meniacou sa hodnotou elektrického prúdu, ktorý ním preteká?
- Aká je hodnota elektrického odporu rezistora, ktorého voltampérovú charakteristiku ste sledovali? Porovnajte nameranú hodnotu s hodnotou, ktorú udáva výrobca.

$R_{\text{odmerané}} =$

$R_{\text{výrobca}} =$

- Všimnite si, že výrobca udáva hodnotu elektrického odporu s istou toleranciou, ktorá pre väčšinu rezistorov predstavuje 5 – 10 % udávanej hodnoty. Na základe údajov udávaných výrobcom určte interval, do ktorého by mala patriť hodnota elektrického odporu. Leží vami namerané hodnota v tomto intervale?

Tolerancia v % =

Interval pre el. odpor:

$R_{\text{odmerané}} =$

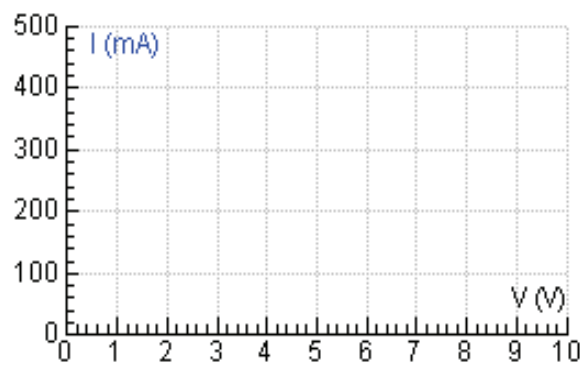
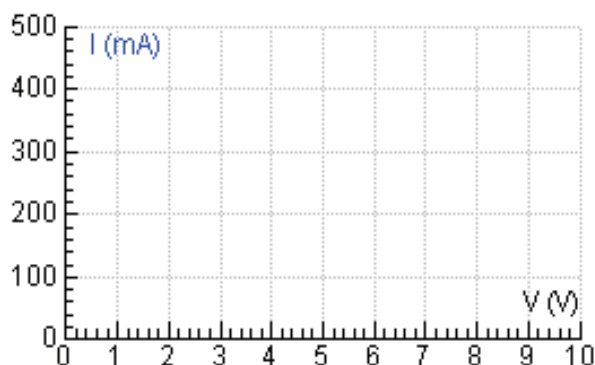
- Meranie opakujte pre rezistor s väčším elektrickým odporom. Najskôr zakreslite svoju predpoveď o priebehu voltampérovej charakteristiky.

Prvý rezistor

Druhý rezistor s väčším R

Výsledok predchádzajúceho merania

Predpoveď

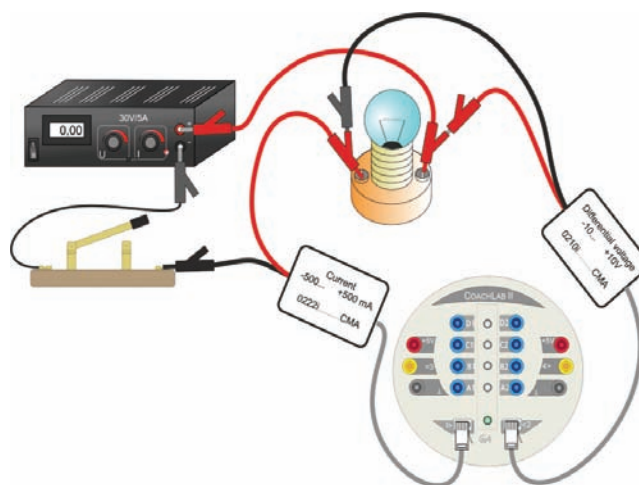


- Opíšte rozdiel vo voltampérových charakteristikách rezistorov s rozdielnymi hodnotami elektrického odporu.

Aktivita 5.2: Žiarovka a Ohmov zákon

V aktivite 5.1 ste zistili, ako sa správa rezistor v obvode s jednosmerným prúdom. Voltampérová charakteristika tohto prvku je lineárna. V nasledujúcej aktivite budete skúmať, ako vyzerá VA charakteristika pre žiarovku.

- Otvorte súbor *VA charakteristika*. Rezistor nahraďte žiarovkou, ako je to na obrázku.

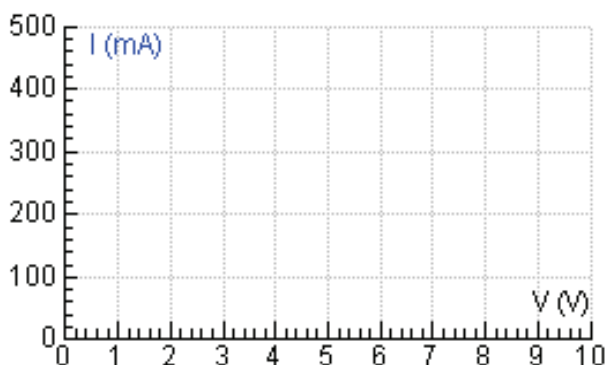
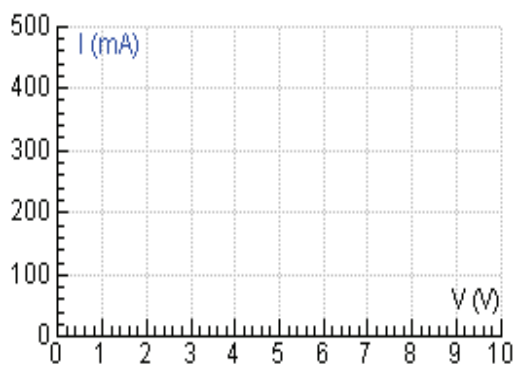


Obr. 2 Jednoduchý elektrický obvod – regulovateľný zdroj jednosmerného napätia, žiarovka, senzor elektrického prúdu a napätia

- Skôr než spustíte meranie, predstavte si, že meníte napätie zdroja, čím zvyšujete napätie na žiarovke. Čo sa deje so svietivosťou žiarovky?
- Ako sa mení elektrický prúd tečúci žiarovkou? Do obrázka zakreslite svoju predpoveď.

Predpoveď

Výsledok



- Spustíte meranie. Skontrolujte parametre žiarovky. Plynule meňte napätie na zdroji z hodnoty 0V až po maximálnu hodnotu počas 10 sekúnd. Neprekročíte pritom maximálnu odporúčanú hodnotu, pretože môže dôjsť k prepáleniu žiarovky. Porovnajete výsledok merania s vašou predpoveďou.
- Porovnajete získaný výsledok s výsledkom, ktorý ste získali pre rezistor. Opíšte rozdiely.
- Je hodnota elektrického odporu žiarovky počas merania konštantná alebo sa mení s meniacim sa prúdom, ktorý cez ňu preteká?
- Určte hodnoty elektrického odporu žiarovky aspoň pre tri hodnoty prúdu, ktoré žiarovkou prechádzajú ($I_1 < I_2 < I_3$).

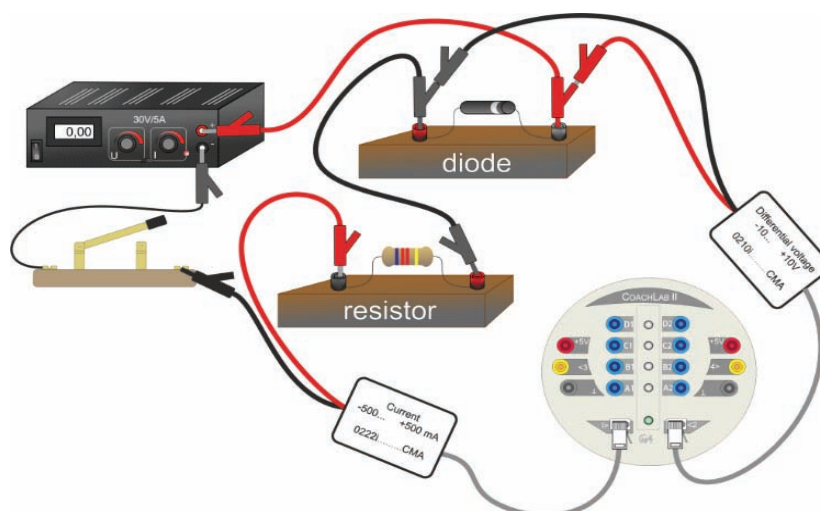
	$I(A)$	$U (V)$	$R = \frac{U}{I} (\Omega)$
1.			
2.			
3.			
4.			

- Ako sa mení elektrický odpor žiarovky s rastúcim prúdom?
- Platí pre žiarovku Ohmov zákon? Predstavuje žiarovka lineárny prvok elektrického obvodu? Vysvetlite.

Aktivita 5.3: Ďalšie prvky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom

Už ste preskúmali správanie rezistora a žiarovky v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom. Existuje veľa rozličných prvkov, ktoré môžu byť súčasťou elektrického obvodu. Teraz budete skúmať, ako vyzerá voltampérová charakteristika polovodičovej diódy.

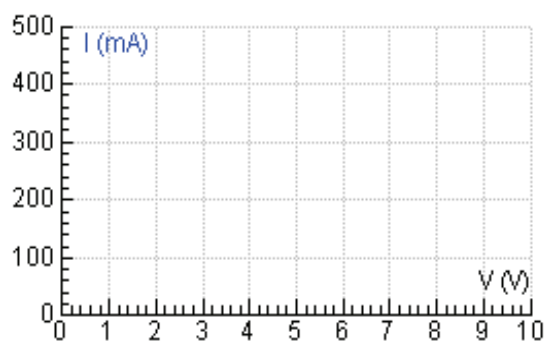
- Otvorte súbor *VA charakteristika*. Rezistor nahradte polovodičovou diódou, ale nezabudnite pritom do série s diódou umiestniť ochranný rezistor, aby ste ju ochránili pred prípadným zničením vysokým prúdom.



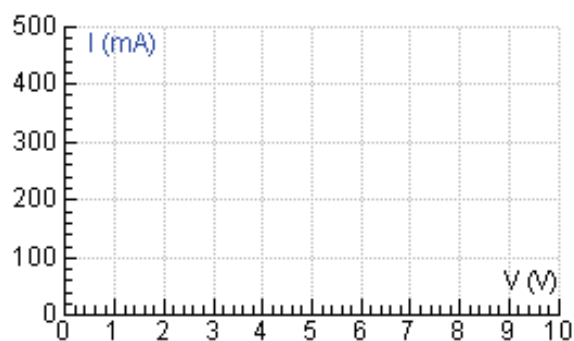
Obr. 3 Jednoduchý elektrický obvod – regulovateľný zdroj jednosmerného napätia, polovodičová dióda, ochranný rezistor, senzor elektrického prúdu a napätia

- Skôr než spustíte meranie, predstavte si, že meníte napätie zdroja, čím zvyšujete napätie na dióde. Čo sa deje s elektrickým prúdom? Do obrázka zakreslite svoju predpoveď o priebehu VA charakteristiky polovodičovej diódy.

Predpoveď



Výsledok



- Spustite meranie. Najprv skontrolujte parametre diódy. Plynule meňte napätie na zdroji z hodnoty 0 V až po 10 V počas 10 sekúnd. Neprekročte pritom maximálnu odporúčanú hodnotu, pretože môže dôjsť k prepáleniu diódy. Teraz znížte napätie na 0 V, diódu otočte a meranie zopakujte. Čo pozorujete?
- Meranie ukazuje, že dióda sa správa rozlične pri navzájom opačných smeroch prúdu, ktorý ňou prechádza. Správa sa podobným spôsobom aj rezistor alebo žiarovka?
- Teraz umiestnite diódu do polohy, keď obvodom prechádza prúd. Opäť spustite meranie. Porovnajte výsledok merania s vašou predpoveďou.
- Porovnajte VA charakteristiku diódy s VA charakteristikou rezistora. Opíšte pozorované rozdiely.

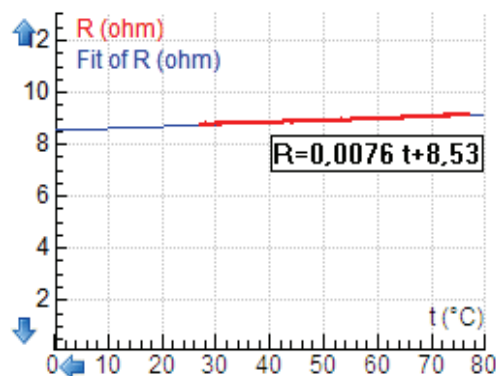
- Je hodnota elektrického odporu diódy počas merania konštantná alebo sa mení s meniacim sa prúdom, ktorý cez ňu prechádza?
- Určte hodnoty elektrického odporu diódy pre aspoň tri hodnoty prúdu, ktoré diódou prechádzajú ($I_1 < I_2 < I_3$).

	I (A)	U (V)	$R = \frac{U}{I}$ (Ω)
1.			
2.			
3.			
4.			

- Čo viete povedať o odpore diódy? Ako sa mení s rastúcim prúdom?
- Platí pre polovodičovú diódu Ohmov zákon? Predstavuje dióda lineárny prvok elektrického obvodu? Vysvetlite.

Metodický list

Aktivita 6: Elektrický odpor a teplota (Zhotovme si svoj vlastný teplomer)
Vyučovacie ciele:
<ul style="list-style-type: none"> • Porozumieť, že elektrický odpor prvku elektrického obvodu môže závisieť od teploty. • Porozumieť, že rozličné prvky elektrického obvodu reagujú na zmenu teploty odlišným spôsobom. • Vyšetriť závislosť elektrického odporu kovového vodiča od teploty. • Vyšetriť závislosť elektrického odporu iného prvku, napr. termistora, od teploty. • Interpretovať graf závislosti odporu od teploty pre kovový vodič a termistor. • Rozumieť, ako funguje odporový teplomer.
Pomôcky:
regulovateľný zdroj jednosmerného napätia (do 10 V), vodiče, počítač s meracím panelom a softvérom (napr. COACH6), senzor prúdu, senzor napätia, senzor teploty (v prípade, že nemáme k dispozícii počítač s meracím panelom a senzormi, môžeme použiť štandardný ampérmeter, voltmeter a teplomer), kovový vodič (napr. dlhý tenký medený drôt), termistor
Postup:
<p>Rozdeľte triedu na malé skupiny po 2 - 3 žiakoch a rozdajte pracovný list: Elektrický odpor a teplota. V tejto aktivite žiaci realizujú experiment, v ktorom zisťujú, ako závisí elektrický odpor kovového vodiča (termistora) od teploty. Elektrický odpor pritom určia meraním elektrického prúdu prechádzajúceho prvkom a elektrického napätia na tomto prvku, pričom odpor vypočítajú na základe Ohmovho zákona. Žiaci by už mali mať dostatok zručností v meraní prúdu a napätia aj teploty pomocou senzorov.</p> <p>Základným cieľom tejto aktivity je zistiť rozdiel medzi kovovým vodičom a polovodičom vzhľadom na ich teplotnú závislosť elektrického odporu a pochopiť, že táto závislosť sa môže využiť na konštrukciu zariadenia na meranie teploty.</p>

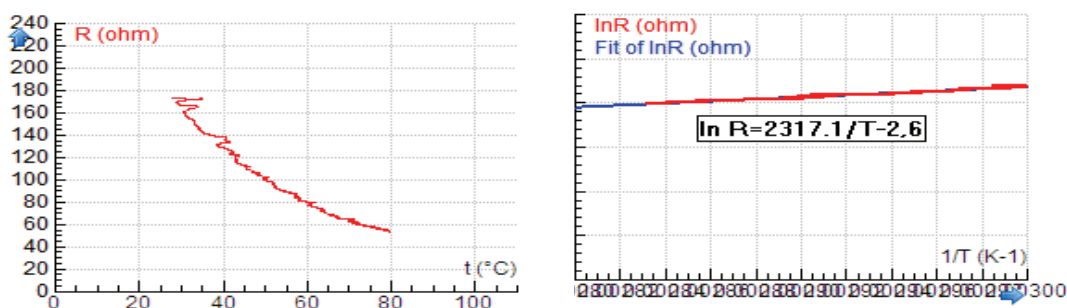


Obr. 4 Výsledky merania pre kovový vodič

Keďže teplotný súčiniteľ elektrického odporu kovov je veľmi malý (α dosahuje hodnoty od $3 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$ do $6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$) na to, aby sme pri teplotných zmenách dosiahli dostatočne veľké zmeny elektrického odporu, potrebujeme dostatočne dlhý vodič s veľkým začiatočným odporom. V prípade, že takýto vodič nemáme k dispozícii, môžeme použiť hotový výsledok, ktorý žiaci následne analyzujú v systéme COACH6 (súbor *Odpor a teplota_kovovy_vodic.cmr*).

Závislosť odporu od teploty pri termistore je oveľa výraznejšia, pričom teplotný súčiniteľ elektrického odporu je v tomto prípade záporný. Výsledok merania pre termistor je v súbore *Odpor a teplota_termistor.cmr*.

V obidvoch prípadoch žiaci realizujú meranie a jeho následnú analýzu na úrovni riadeného bádania. Hotový výsledok merania môže byť použitý v prípade nedostatku času, ale ak je to možné, dáme radšej prednosť reálnemu meraniu. V oboch prípadoch vedie analýza výsledkov merania k fitovaniu nameraných dát, pričom v prípade kovového vodiča ide o fitovanie lineárnou funkciou, ale v prípade termistora je táto závislosť oveľa komplikovanejšia. Žiakov oboznámime s procesom kalibrácie teplomera. Žiaci, ktorí už poznajú exponenciálnu funkciu, môžu kalibrovať aj termistor. Na záver aktivity by žiaci mali mať termistor okalibrovaný na meranie teploty, pričom údaje z okalibrovaného teplomera porovnávajú s údajmi, ktoré dáva teplotný senzor.



Obr. 5 Príklad kalibrácie termistora

Dôležitým momentom tejto aktivity je práve získanie predstavy o princípe fungovania odporového teplomera a jeho kalibrácie. Spojenie s priemyslom môže byť zdôraznené informáciami o odporových teplomeroch a ich využití (termistory v automobilovom priemysle na monitorovanie teploty chladiča a oleja motora, teploty v inkubátore atď.).

Možné otázky:

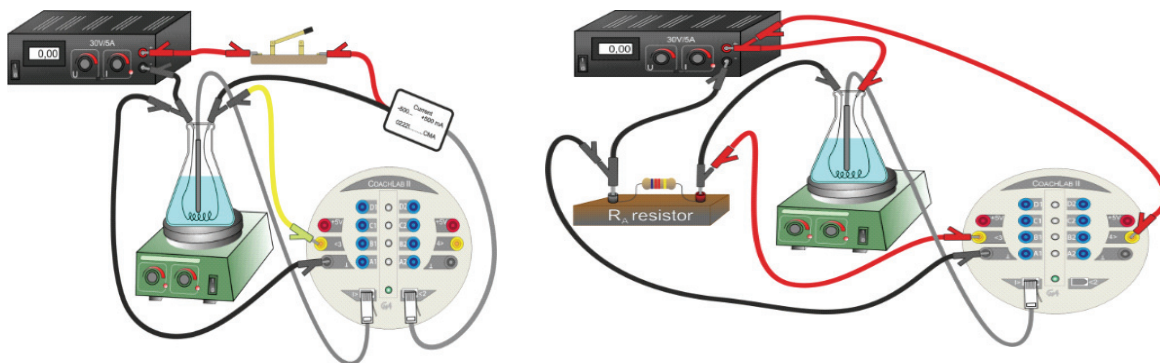
- Ako sa mení elektrický odpor kovového vodiča s teplotou?
- Ako sa mení elektrický odpor termistora s teplotou?
- Ako možno využiť závislosť elektrického odporu od teploty na meranie teploty?
- Čo rozumieme pod kalibráciou odporového teplomera?

Aktivita 6: Elektrický odpor a teplota (zhotovme si svoj vlastný teplomer)

V predchádzajúcich aktivitách ste skúmali rezistor, žiarovku a polovodičovú diódu, ktoré sa často používajú ako prvky elektrických obvodov. Iste ste si všimli, že sa v obvode s jednosmerným prúdom správajú rozlične. Pokúste sa zhrnúť, v čom sa tieto prvky odlišujú. Pomocou ktorej fyzikálnej veličiny môžeme najlepšie tieto rozdiely opísať? Teraz budete skúmať, ako ovplyvňuje teplota elektrický odpor. Elektrický odpor budete pritom určovať meraním napätia na prvku a elektrického prúdu, ktorý ním prechádza. Elektrický prvok pritom umiestnite do nádoby s vodou, ktorej teplotu budete meniť pomocou ohrievača. Ak nemáte k dispozícii potrebné pomôcky, môžete použiť aj hotový vopred odmeraný výsledok, ktorý budete následne analyzovať.

Aktivita 6.1: Kovový vodič

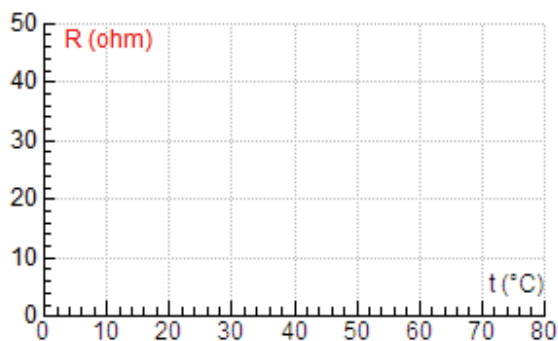
- Otvorte súbor *Odpor a teplota*. Zostavte jednoduchý obvod s kovovým vodičom a pripojte senzor elektrického prúdu a napätia podľa obrázka. Použite pritom regulovateľný zdroj jednosmerného napätia, ktorým nastavíte vhodnú hodnotu napätia. Senzor teploty ponorte do nádoby s vodou, v ktorej je kovový vodič, a umiestnite ho čo najbližšie k vodiču, aby ste merali jeho aktuálnu teplotu.



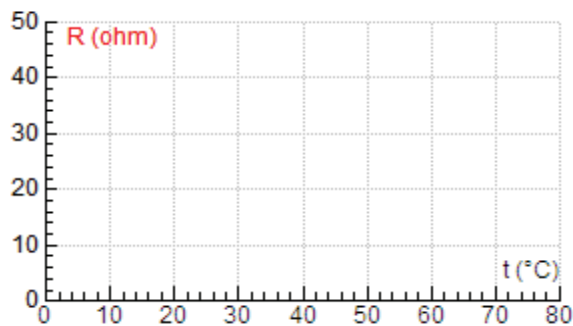
Obr. 6 Jednoduchý elektrický obvod s kovovým vodičom ponoreným do nádoby s vodou s ohrievačom

- Na regulovateľnom zdroji jednosmerného napätia nastavte vhodnú hodnotu (napr. 5 V). Skôr než spustíte meranie, predstavte si, že zapnete ohrievač, čím zvyšujete teplotu vody a následne aj vodiča. Čo sa deje s jeho elektrickým odporom? Do obrázka zakreslite svoju predpoveď o priebehu závislosti elektrického odporu vodiča od jeho teploty.

Predpoveď



Výsledok

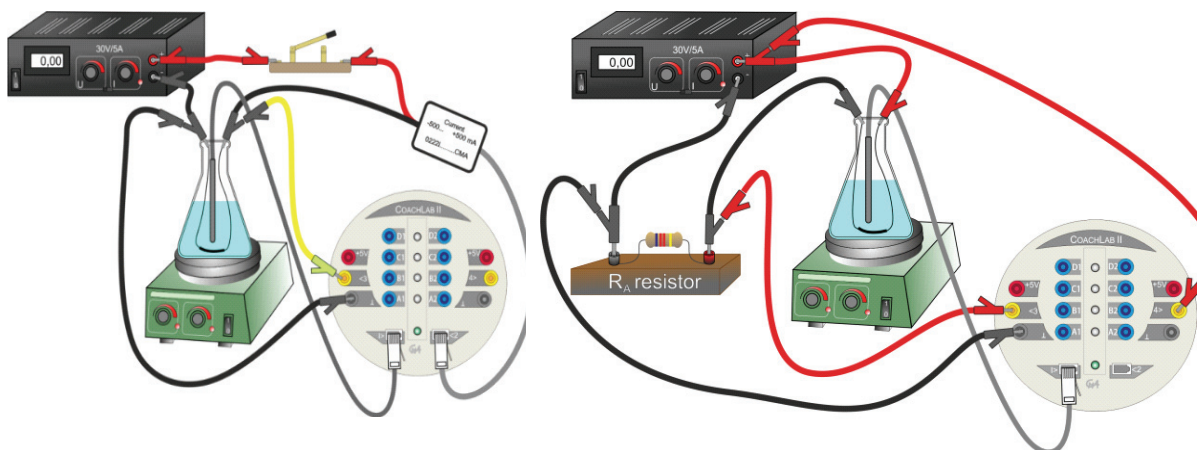


- Zapnite ohrievač a jeho výkon nastavte tak, aby teplota vodiča narástla za 15 minút asi o 60 °C. Spustite meranie, počas ktorého zaznamenávate napätie na vodiči a zodpovedajúci prúd, ktorý ním prechádza, ako aj jeho teplotu. Meranie ukončíte, keď teplota dosiahne hodnotu asi 80 °C. Následne zdroj napätia odpojte.

- Nakreslite graf závislosti elektrického odporu od teploty. Ako určíte elektrický odpor vodiča?
- Porovnajzte výsledok vášho merania s predpoveďou. Ako závisí elektrický odpor kovového vodiča od jeho teploty?
- Nameranú závislosť fitujte vhodnou funkciou. Zapište typ funkcie ako aj hodnotu parametrov.
 $f(x) =$ $a =$ $b =$
- Ktorá fyzikálna veličina zodpovedá nezávislej premennej x , resp. nezávislej premennej $y=f(x)$?
 $x =$ $f(x) =$
- Aký je fyzikálny význam parametrov a , b vo funkcii, ktorou ste nameranú závislosť fitovali?
 $a =$ $b =$
- Ako rastie elektrický odpor kovového vodiča s teplotou? Je tento nárast odporu výrazný? Ktorý z parametrov závislosti o tom napovedá?
- Pokiaľ poznáte teoretický vzťah pre teplotnú závislosť elektrického odporu kovového vodiča od teploty, určte hodnotu elektrického odporu R_0 a teplotného súčiniteľa elektrického odporu kovového vodiča α .
- Určte odpor kovového vodiča pri teplote 40 °C a pri teplotách 5 °C a 100 °C.
 $R_{40} =$ $R_5 =$ $R_{100} =$
- Sformulujte závery.

Aktivita 6.2: Termistor

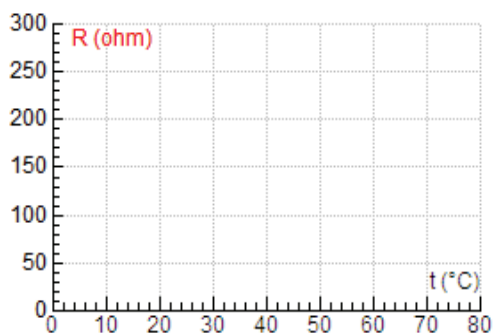
- Teraz budete merať teplotnú závislosť elektrického odporu termistora. Otvorte súbor *Odpor a teplota*. Zostavte jednoduchý obvod s termistorom a pripojte senzor elektrického prúdu a napätia podľa obrázka. Použite pritom regulovateľný zdroj jednosmerného napätia, ktorým nastavíte vhodnú hodnotu napätia. Senzor teploty ponorte do nádoby s vodou, v ktorej je termistor, a umiestnite ho čo najbližšie k termistoru, aby ste merali jeho aktuálnu teplotu.



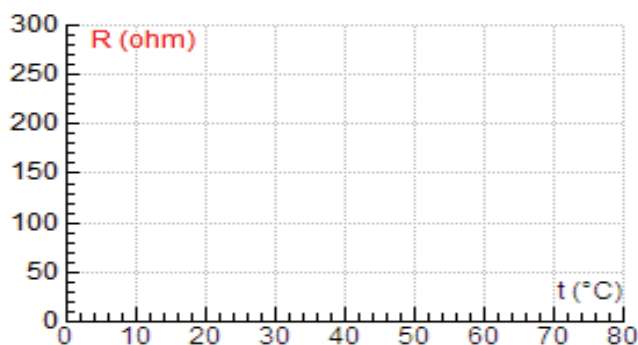
Obr. 7 Jednoduchý elektrický obvod s termistorom ponoreným do nádoby s vodou s ohrievačom

- Na regulovateľnom zdroji jednosmerného napätia nastavte vhodnú hodnotu odporúčanú výrobcom (napr. 10 V). Skôr než spustíte meranie, predstavte si, že zapnete ohrievač, čím zvyšujete teplotu vody a následne aj termistora. Čo sa deje s jeho elektrickým odporom? Do obrázka zakreslite svoju predpoveď o priebehu závislosti elektrického odporu termistora od teploty.

Predpoveď



Výsledok



- Zapnite ohrievač a jeho výkon nastavte tak, aby teplota vodiča narástla za 15 minút asi o 60 °C. Spustite meranie, počas ktorého zaznamenávate napätie na termistore a zodpovedajúci prúd, ktorý ním prechádza, ako aj jeho teplotu. Meranie ukončíte, keď teplota dosiahne hodnotu asi 80 °C. Následne zdroj napätia odpojte.
- Zhotovte graf závislosti elektrického odporu od teploty. Ako určíte elektrický odpor termistora?
- Porovnajete výsledok vášho merania s predpoveďou. Ako závisí elektrický odpor termistora od jeho teploty? Porovnajete získaný výsledok s výsledkom pre kovový vodič.
- Z výsledku merania vyplýva, že odpor termistora výrazne závisí od jeho teploty. Každý hodnote odporu zodpovedá určitá hodnota teploty termistora. Ak túto závislosť poznáme, zo známej hodnoty odporu potom dokážeme určiť zodpovedajúcu teplotu. Tento fakt umožňuje využiť termistory na meranie teploty. Výsledok vášho merania, ktorý predstavuje kalibráciu termistora, uložte.

- Teraz ponorte termistor do vody neznámej teploty. Určte jej teplotu pomocou termistora. Odmerajte odpor termistora a pomocou grafu závislosti elektrického odporu termistora od jeho teploty stanovte teplotu vody.

$R =$ $t =$

- Vzťah medzi elektrickým odporom termistora a jeho teplotou sa zdá byť oveľa zložitejší ako v prípade kovového vodiča. Pokúste sa namerané dáta fitovať niektorou z funkcií ponúkaných použitým softvérom. Našli ste nejakú funkciu, ktorá dobre korešponduje s nameranými dátami?
- Nameraná závislosť sa nedá dobre fitovať bežnými funkciami, keďže táto závislosť predstavuje zložitejšiu funkciu. Teplotná závislosť elektrického odporu termistora totiž sleduje približne túto funkciu

$$R = A \cdot e^{\frac{B}{T}},$$

kde e je Eulerovo číslo a R, A, T, B postupne znamenajú: R - elektrický odpor, T - termodynamická teplota, A, B konštanty typické pre daný termistor. Rovnicu upravte tak, že obe jej strany zlogaritujete, pričom použite prirodzený logaritmus. Čo dostanete touto úpravou?

- Aký je vzťah medzi hodnotami $\ln R$ a $1/T$?
- Teraz vytvorte graf závislosti $\ln R = f(1/T)$. Akú závislosť vám pripomína graf $\ln R = f(1/T)$?
- Graf závislosti $\ln R = f(1/T)$ fitujte vhodnou funkciou. Zapište typ vybranej funkcie a hodnoty parametrov.

$f(x) =$ $a =$ $b =$

- Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje nezávislá premenná x a ktorú závislá premenná $y = f(x)$?
- $x =$ $f(x) =$
- Aký je fyzikálny význam parametrov a, b vo funkcii, ktorou ste fitovali nameranú závislosť?

$A =$ $b =$

- Aká je hodnota $\ln A$ a hodnoty konštant A, B termistora?

$\ln A =$ $A =$ $B =$

- Zapište rovnicu opisujúcu závislosť odporu termistora od jeho teploty pre váš konkrétny termistor s využitím známych hodnôt konštant A, B .

- Určte odpor termistora pri teplote 40 °C a pri teplotách 0 °C a 150 °C.

$R_{40} =$

$R_0 =$

$R_{150} =$

- Akú teplotu má termistor, ak je jeho odpor 400Ω?
- Na základe rovnice opisujúcej závislosť odporu termistora od jeho teploty odvodte vzťah pre závislosť teploty termistora od jeho elektrického odporu. Teplotu pritom vyjadrite v °C.
- Vytvorte graf závislosti teploty odmeranej termistorom od času na základe získanej teplotnej závislosti odporu termistora.
- Vytvorili ste svoj vlastný teplomer založený na teplotnej závislosti elektrického odporu termistora. Rovnaký princíp využíva aj váš teplotný senzor. Urobte aj graf závislosti teploty od času odmeranej teplotným senzorom. Teraz odmerajte teplotu termistorom ako aj teplotným senzorom a namerané hodnoty navzájom porovnajte.

$t_{\text{senzor}} =$

$t_{\text{termistor}} =$

- Sformulujte závery.

Aktivita 9: Ako sa správajú žiarovky v elektrickom obvode**Vyučovacie ciele:**

- Dôkladne pochopiť pojem elektrická energia a výkon elektrického prúdu prostredníctvom skúmania správania žiaroviek v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom.

Pomôcky:

dve rozličné žiarovky (napr. 6V/0,3A, 6V/0,1A), dve identické žiarovky (napr. 6V/0,05A), zdroj jednosmerného napätia (6V), vodiče, počítač s meracím panelom a softvérom (napr. COACH6), senzor prúdu, senzor napätia (v prípade, že nemáme k dispozícii počítač s meracím panelom a senzormi, môžeme použiť štandardný ampérmeter a voltmeter)

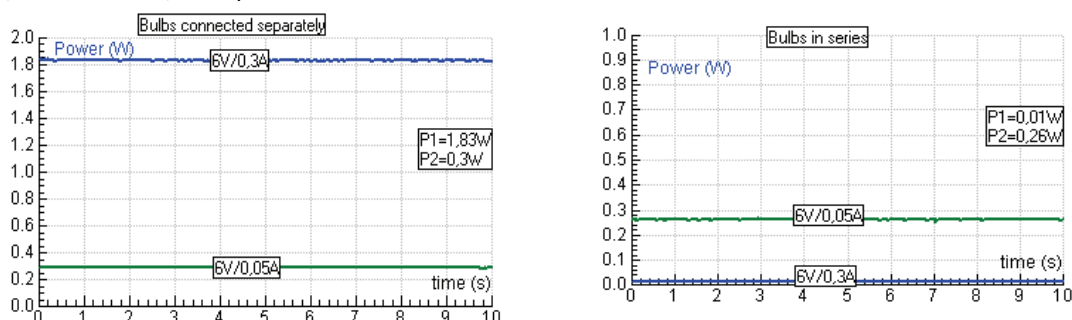
Postup:

Pred začatím tejto aktivity žiaci už majú poznatky o sériovom, resp. paralelnom spájaní rezistorov. Tiež už poznajú pojem elektrická energia a výkon elektrického prúdu v obvode. Počas tejto aktivity žiaci riešia dva problémy na úrovni **riadeného bádania (alebo nasmerovaného bádania)** v závislosti od schopností žiakov. V oboch prípadoch žiaci pracujú v skupinách po 2-3 žiakoch. K dispozícii pritom majú dve rozličné žiarovky, ktoré pri zapojení k zdroju svietia aj v prípade zapojenia jednej žiarovky, ale aj dvoch žiaroviek spojených do série. Z týchto jednoduchých situácií môžu vzniknúť nové problémy na riešenie.

Problém 1, aktivita 1, 2:

Ak do obvodu zapojíme dve rovnaké žiarovky, svietia rovnako. Ak do obvodu zapojíme dve rovnaké žiarovky odlišné od predchádzajúcich, tiež svietia rovnako (aktivita 1). Ak však zapojíme dve odlišné žiarovky (jednu z prvej dvojice a jednu z druhej dvojice), jedna z nich svieti a druhá nesvieti (alebo svieti len veľmi slabo, aktivita 2).

V prípade, že žiakov necháme realizovať riadené bádanie, žiaci postupujú podľa inštrukcií v pracovnom liste. Žiaci zisťujú, ktorá veličina určuje svietivosť žiarovky. Žiaci by si mali uvedomiť, že podstatné je, koľko elektrickej energie sa dostane k žiarovke, resp. aký je výkon elektrického prúdu prechádzajúceho žiarovkou. Žiaci určujú hodnotu výkonu pre každú zo žiaroviek, pričom merajú elektrický prúd prechádzajúci žiarovkou a napätie na žiarovke. Pri sériovom zapojení rozličných žiaroviek výkon prúdu v každej zo žiaroviek poklesne. V stacionárnom stave, keď sa svietivosť žiaroviek nemení, svieti silnejšie tá, pre ktorú je výkon elektrického prúdu bližšie k jej štandardným podmienkam. Druhá nesvieti preto, lebo výkon prúdu prechádzajúceho cez túto žiarovku je oveľa menší ako v prípade štandardných podmienok potrebných na jej rozsvietenie (na obr. vidieť, že výkon „zelenej“ žiarovky poklesol z 0,3 W na 0,26 W, kým výkon „modrej“ klesol z 1,83 W až na 0,01 W).



Obr. 8 Výsledok meranie pre žiarovky 6 V/0,3 A, resp. 6 V/0,05 A zapojené samostatne (vľavo), resp. do série (vpravo) k zdroju napätia 6 V

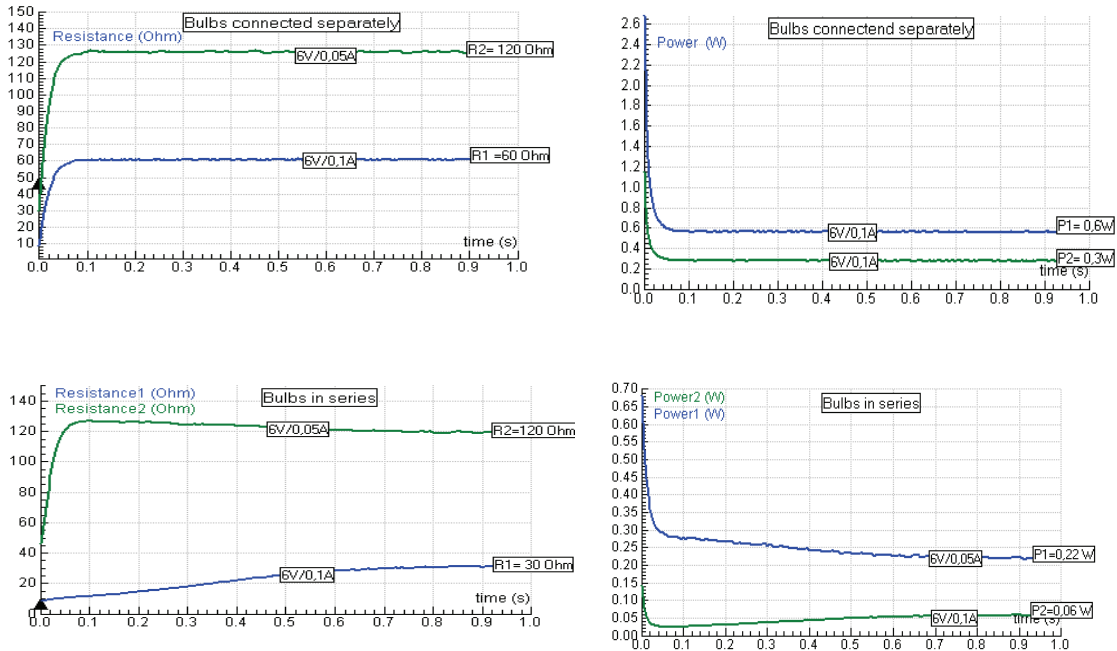
So šikovnejšími žiakmi môžeme realizovať aj nasmerované bádanie, pričom žiakom predstavíme problém, dostupné pomôcky a ich úlohou ja navrhnuť a realizovať experiment, ktorý dá odpoveď na otázku, prečo pri sériovom zapojení rozličných žiaroviek svieti iba jedna z nich, kým pri samostatnom zapojení žiarovky svietili.

Problém 2, aktivita 3, 4:

Ak spojíme do série dve odlišné žiarovky, jedna sa rozsvieti neskôr ako druhá (aktivita 3).

Pokiaľ žiaci realizovali predchádzajúcu aktivitu, túto aktivitu môžu realizovať na úrovni nasmerovaného bádania, pričom navrhnu experiment s dostupnými pomôckami a rozhodnú, ktoré veličiny budú merať a výsledky podrobia analýze, na základe ktorej sformulujú odpoveď na otázku o oneskorenom rozsvietení.

Pri zapnutí obvodu so sériovo zapojenými žiarovkami sa žiarovky postupne zahrievajú. Tým sa mení ich elektrický odpor a následne aj rozdelenie napätia, resp. výkonu na každej zo žiaroviek. V dôsledku toho (obr.) sa „zelená“ žiarovka postupne rozsvetuje (výkon narastá), kým jas „modrej“ žiarovky dokonca trochu klesne (výkon prúdu sa znižuje).



Obr. 9 Výsledok meranie elektrického odporu, resp. výkonu elektrického prúdu pre žiarovky 6 V/0,05 A, resp. 6 V/0,1 A zapojené samostatne (hore), resp. do série (dole) k zdroju napätia 6 V Táto aktivita môže byť rozšírená na skúmanie vlastností identicky označených žiaroviek od rozličných výrobcov alebo aj od jedného výrobcu (aktivita 4). Výsledkom experimentovania môže byť fakt, že aj keď sú na nálepke uvedené rovnaké parametre, žiarovky sa rovnako správať nemusia. Túto aktivitu môžeme vhodne využiť na poukázanie spotreby a úspory energie. Klasické žiarovky sú postupne nahrádzané úspornými žiarovkami s výrazne nižšou energetickou spotrebou. Žiaci môžu vyhľadať informácie o spotrebe vybraných elektrických zariadení a porovnať ich na základe ich energetickej spotreby.

Možné otázky:

- Čo je určujúce pre jas žiarovky?
- Ako sa zmení jas žiaroviek v prípade, ak zapojíme do série identické žiarovky v porovnaní s ich samostatným zapojením k rovnakému zdroju napätia? Opíšte, ako sa pritom menia veličiny elektrický prúd, napätie, výkon a elektrický odpor.
- Ako sa zmení jas žiaroviek v prípade, ak zapojíme do série rozličné žiarovky v porovnaní s ich samostatným zapojením k rovnakému zdroju napätia? Opíšte, ako sa pritom menia veličiny elektrický prúd, napätie, výkon a elektrický odpor.
- Čo sa stane pri zapnutí obvodu, ak spojíme do série dve rozličné žiarovky? Opíšte, ako sa pritom menia veličiny elektrický prúd, napätie, výkon a elektrický odpor.
- Ako sa správajú v jednosmernom elektrickom obvode identicky označené žiarovky od rozličných výrobcov alebo identické žiarovky od rovnakého výrobcu?
- Porovnajzte rozličné žiarovky, ktoré nájdete v obchode na základe ich prezentovaného výkonu.
- Porovnajzte nejaké elektrické zariadenia na základe ich prezentovaného výkonu.

Aktivita 9: Ako sa správajú žiarovky v elektrickom obvode

Ak zapojíme dve identické žiarovky (napr. 6 V/0,3 A) do série v jednosmernom elektrickom obvode, budú svietiť rovnako silne. Ak zapojíme iné dve identické žiarovky (napr. 6 V/0,05 A) do série v jednosmernom elektrickom obvode, tiež budú svietiť rovnako silne. Ak však do série spojíme dve rozličné žiarovky, jedna sa rozsvieti a druhá svietiť nebude (alebo len veľmi slabo). Preskúmajte tento jav a vysvetlite jeho príčiny.

Aktivita 9.1: Dve identické žiarovky v sérii

- Predstavte si, že zapojíte žiarovku k jednosmernému zdroju napätia. Potom zapojíte dve identické žiarovky k rovnakému zdroju napätia. Ako sa zmení svietivosť žiarovky v porovnaní s jej samostatným pripojením na zdroj napätia?
 - Svietivosť žiarovky **poklesne**.
 - Svietivosť žiarovky **narastie**.
 - Svietivosť žiarovky **sa nezmení**.

Napiš svoju predpoveď.

Predpoveď

Výsledok

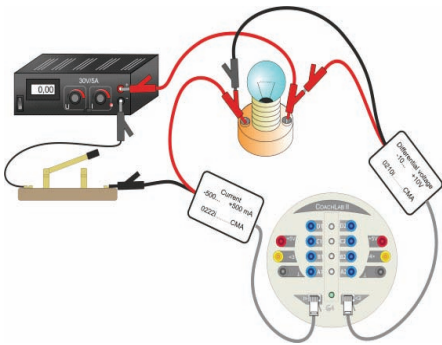
- Teraz over svoju predpoveď experimentom. Najskôr zakresli schému zapojenia.

**Jedna žiarovka v elektrickom obvode
s jednosmerným prúdom**

**Dve žiarovky v sérii v elektrickom obvode
s jednosmerným prúdom**

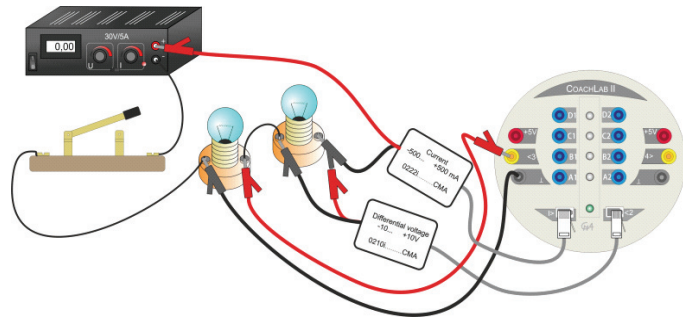
- Opíšte a vysvetlite výsledok experimentu.
- Navrhните fyzikálne meranie (s využitím senzorov), ktoré zdôvodní výsledky vášho pozorovania. Uvedomte si pritom, že pre svietivosť žiarovky je podstatný výkon elektrického prúdu, ktorý žiarovkou prechádza. Ktoré **fyzikálne veličiny** treba odmerať na určenie výkonu elektrického prúdu prechádzajúceho žiarovkou?
- Otvorte súbor „Žiarovky v sérii“. Zostavte elektrický obvod s jednou žiarovkou. Pripojte senzor prúdu a napätia podľa obrázka. Napätie zdroja nastavte na hodnotu zodpovedajúcu parametrom žiarovky.

Jedna žiarovka v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom



Obr. 10 Jednoduchý elektrický obvod s jednou žiarovkou

Dve žiarovky v sérii v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom

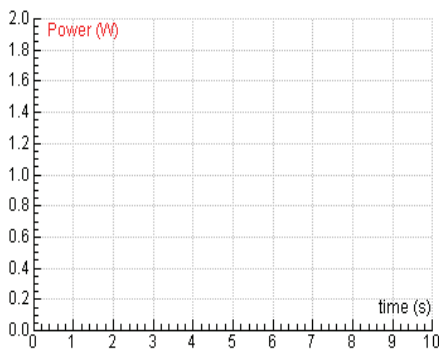


Obr. 11 Jednoduchý elektrický obvod s dvoma žiarovkami

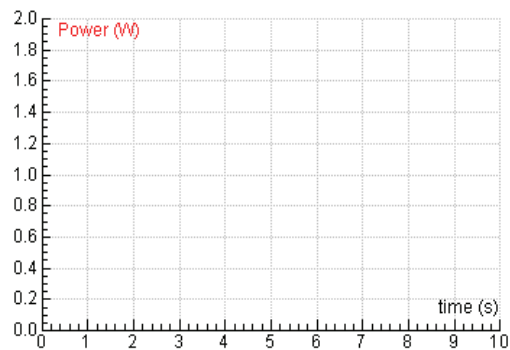
- Skôr než spustíte meranie, zakreslite svoju predpoveď o výkone elektrického prúdu prechádzajúceho žiarovkou v prípade jej samostatného zapojenia, resp. sériového zapojenia dvoch žiaroviek.

Predpoveď

Žiarovka samostatne



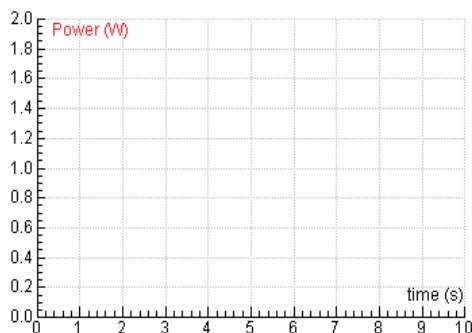
Žiarovka v sérii



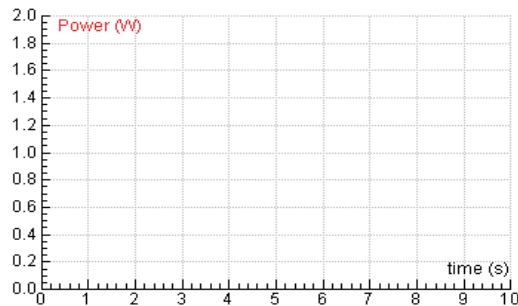
- Spustíte meranie prúdu a napätia pre žiarovku zapojenú samostatne. Následne vytvorte graf závislosti výkonu od času. Porovnajzte výsledok merania s vašou predpoveďou.

Výsledok

Žiarovka samostatne



Žiarovka v sérii



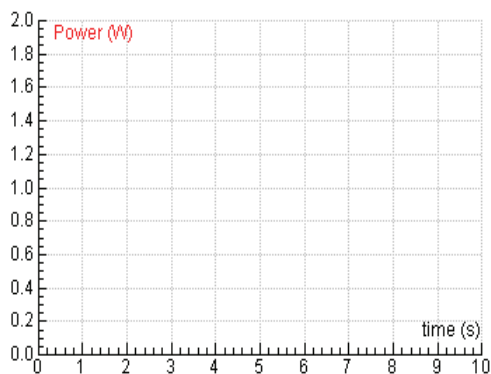
- Meranie opakujte pre žiarovku zapojenú v sérii s druhou žiarovkou. Porovnajzte výsledok merania s vašou predpoveďou.
- Vyslovte závery.

Aktivita 9.2: Dve rozličné žiarovky zapojené do série

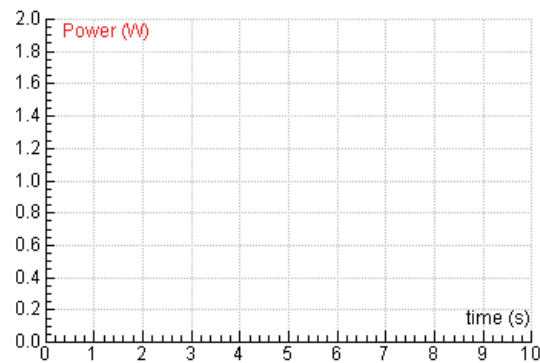
- Teraz pripojte dve identické žiarovky (napr. 6 V/0,3 A) do série k 6 V zdroju jednosmerného napätia. Potom pripojte dve iné identické žiarovky do série k 6 V zdroju. Následne pripojte dve rozličné žiarovky do série k 6 V zdroju. Opíšte a vysvetlite výsledok experimentov.
- Už viete, že pre svietivosť žiarovky je dôležitý výkon elektrického prúdu. Zakreslite svoju predpoveď o priebehu elektrického výkonu v jednotlivých situáciách.

Predpoveď

Žiarovka 6 V/0,3 A samostatne

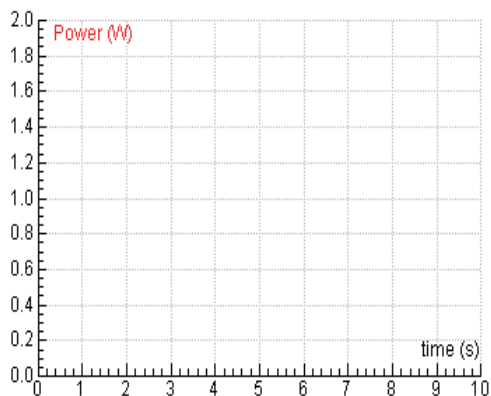


Žiarovka 6 V/0,05 A samostatne

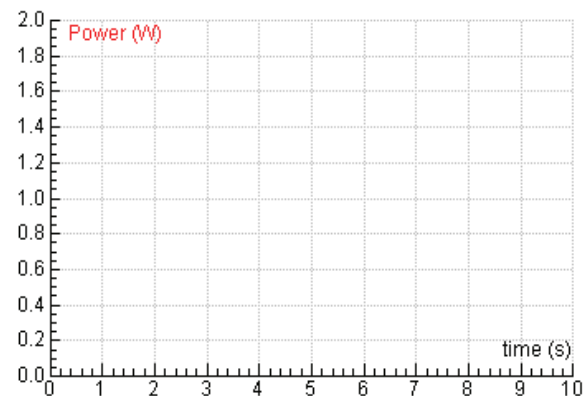


Dve rozličné žiarovky zapojené do série

Žiarovka 6 V/0,3 A v sérii



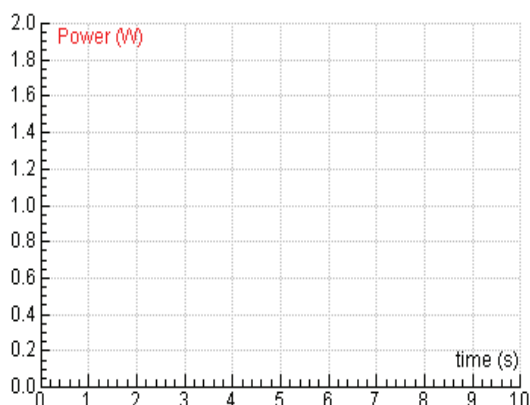
Žiarovka 6 V/0,05 A v sérii



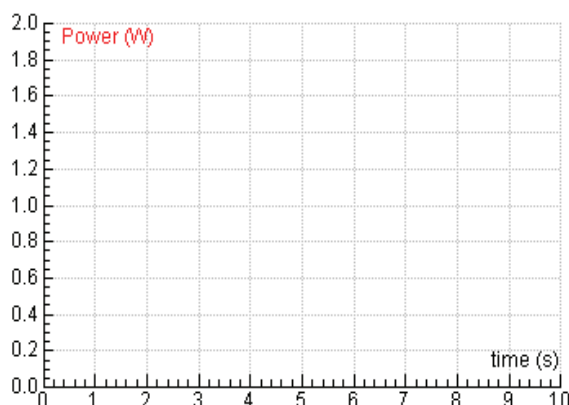
- Otvorte súbor *Ziarovky v serii*. Zostavte elektrický obvod s jednou žiarovkou. Nastavte napätie zdroja na hodnotu zodpovedajúcu parametrom žiarovky. Spustite meranie prúdu a napätia na žiarovke. Vytvorte graf závislosti výkonu elektrického prúdu prechádzajúceho žiarovkou od času. Porovnajme výsledok merania s vašou predpoveďou.

Výsledok

Žiarovka 6 V/0,3 A samostatne

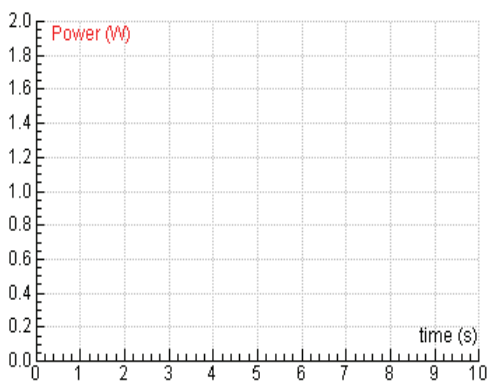


Žiarovka 6 V/0,05 A samostatne

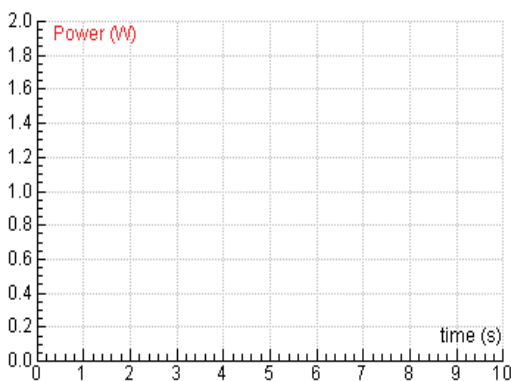


Dve rozličné žiarovky zapojené do série

Žiarovka 6 V/0,3 A v sérii



Žiarovka 6 V/0,05 A v sérii



- Meranie opakujte pre žiarovku zapojenú v sérii s druhou žiarovkou. Porovnajzte výsledok merania s vašou predpoveďou.
- Vyslovte závery.

Aktivita 9.3: Zapnime obvod so žiarovkami

Ak zapojíme dve rozličné žiarovky (napr. 6 V/0,05 A, 6 V/0,3 A) do série v elektrickom obvode s jednosmerným prúdom, jedna sa rozsvieti výrazne neskôr ako druhá. Preskúmajte tento jav. Navrhните experiment, rozhodnite o veličinách, ktoré budete merať, vysvetlite výsledok a vyvodte závery.

Aktivita 9.4: Dve žiarovky s rovnakým označením

Skúmajte správanie rovnako označených žiaroviek od rozličných výrobcov, resp. od rovnakého výrobcu. Sú medzi nimi nejaké rozdiely?

Metodický list

Aktivita 15: Batérie a ich rozumné využívanie
Vyučovacie ciele:
<ul style="list-style-type: none">• Pochopiť priemyselné a environmentálne aspekty používania batérií.• Pochopiť základné princípy a činnosti batérií a pochopiť, ako to ovplyvňuje ich aplikácie v každodennom živote vzhľadom na účel ich použitia.• Pochopiť environmentálne dôsledky použitia batérií (odpad a recyklácia).
Pomôcky:
<ul style="list-style-type: none">• internetové zdroje, iné tlačené materiály
Postup:
Keď žiaci v predchádzajúcich aktivitách pochopia princípy činnosti a vlastnosti batérií, môžu pristúpiť k analýze ich využívania v priemysle a každodennom živote a k environmentálnym a ekologickým dôsledkom ich využívania. Aktivita je smerovaná k domácim zadaniam v podobe projektu, ktorý nabáda na vyhľadanie informácií o vybranom probléme, na prípravu krátkej prezentácie. Aktivita môže byť realizovaná ako otvorené bádanie . Žiaci pracujú v skupinách a formulujú svoj vlastný výskumný problém, pričom na vyhľadanie informácií používajú internetové zdroje a ďalšie dostupné tlačené materiály.
Možné výskumné otázky:
Úlohy k riešeniu na úrovni otvoreného bádania môžu zahŕňať problémy súvisiace s priemyselnými a environmentálnymi aspektmi využívania batérií:
<ul style="list-style-type: none">• Vyhľadajte informácie o nenabíjateľných batériách, ktoré sú dostupné v obchodoch. Zistite, z akých materiálov sú zhotovené, aké napätia produkujú a akú energiu sú schopné do obvodu dodať, resp. na aké využitie sú najvhodnejšie.• Vyhľadajte informácie o nabíjateľných batériách, napr. batéria do auta. Opíšte ich vlastnosti a vymenujte najčastejšie problémy, s ktorými sa ich užívateľ pri nepravidelnom používaní môže stretnúť.• Vyhľadajte informácie o nabíjateľných batériách, ktoré sú dostupné v našich obchodoch. Zistite, z akých materiálov sú zhotovené, aké napätia produkujú a akú energiu sú schopné do obvodu dodať, resp. na aké využitie sú najvhodnejšie.• Porovnajte batérie rovnakej veľkosti a rovnakého elektromotorického napätia od rozličných výrobcov.• Elektromobil a jeho perspektívy.• Aké zásady by mali užívatelia dodržiavať pri odstraňovaní batérií a ich recyklácii? (Kde sa nachádza najbližšie recyklačné centrum pri vašej škole?)• Aká sú environmentálne nebezpečenstvá batérií?

Pracovný list

Aktivita 15: Batérie a ich rozumné využívanie

Batérie sú zariadenia, ktoré bežne používame. Pomáhajú nám v každodennom živote, ale zároveň, keď doslúžia, sú už vybité, musíme sa ich zbaviť. Porozmýšľajte o zariadeniach, na chod ktorých sú potrebné batérie, a o možných problémoch, ktoré sú spojené s ich využívaním.



Toto je otvorené bádanie. Vašou úlohou je sformulovať vlastný výskumný problém, ktorý je spojený s každodenným využívaním batérií alebo s environmentálnymi dôsledkami ich využívania.

Aktivita 16: Ďalšie alternatívne zdroje elektrickej energie – fotovoltaický článok
Vyučovacie ciele:
<ul style="list-style-type: none"> • Predstaviť fotovoltaický článok ako príklad alternatívneho zdroja elektrickej energie. • Pochopiť, ako fungujú prímiesové polovodiče. • Pochopiť, čím je určený typ polovodiča. • Pochopiť, ako funguje p-n prechod. • Pochopiť, ako vznikne zo svetla prostredníctvom vnútorného fotoelektrického javu elektrické napätie. • Zistiť, koľko energie získame z fotovoltaického článku a aká je jeho účinnosť.
Pomôcky:
<p>text Ako funguje fotovoltaický článok, internetové zdroje zamerané na základné princípy fungovania fotovoltaických článkov a prímiesových polovodičov, fotovoltaický článok (napr. súprava HyRunner), počítač s meracím panelom a softvérom (napr. COACH6), senzor prúdu, senzor napätia (v prípade, že nemáme k dispozícii počítač s meracím panelom a senzormi, môžeme použiť štandardný ampérmeter a voltmeter), odporová dekáda</p>
Postup:
<p>Prvá aktivita môže byť realizovaná na úrovni nasmerovaného bádania. Žiaci dostanú za úlohu pripraviť prezentáciu zameranú na alternatívne zdroje elektrickej energie, akým je napr. fotovoltaický článok. Žiaci študujú text o základných princípoch prímiesových polovodičov, p-n prechodu a vnútorného fotoelektrického javu. Na základe textu alebo iných zdrojov pripravia prezentáciu, ktorú predstavia pred celou triedou. Niektoré zo zdrojov môžu zahŕňať: http://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaics#Solar_cells</p> <p>Interdisciplinárny aspekt tejto aktivity spojenia fyziky s ekológiou môže byť umocnený vyhľadáním informácií o odpade, ktorý sa produkuje počas fungovania článku.</p> <p>Druhá aktivita je zameraná na meranie VA charakteristiky fotovoltaického článku, t. j. závislosti elektrického prúdu od napätia na svorkách článku. Táto aktivita je realizovaná na úrovni riadeného bádania s cieľom zistiť maximálny výkon, ktorý článok dodá do obvodu.</p> <p>Tretia aktivita môže byť realizovaná vo forme interaktívnej diskusie medzi učiteľom a žiakmi, pričom žiaci realizujú výpočty samostatne alebo v spolupráci so spolužiakmi s cieľom zistiť účinnosť fotovoltaického článku.</p> <p>Z pohľadu prepojenia s priemyslom môžeme venovať pozornosť týmto problémom:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prečo potrebujeme „zelenú energiu“? • Fotovoltaické články v súčasnosti premieňajú približne 7 – 17 % energie svetla na elektrickú energiu. Pre vedcov je veľkou výzvou zvýšiť v blízkej budúcnosti účinnosť tejto premeny.
Možné otázky:
<ul style="list-style-type: none"> • Koľko energie dopadá zo Slnka na povrch Zeme počas 1 s? • Ako vzniká vo fotovoltaickom článku elektrické napätie? • Kde sa vo vašom regióne využívajú fotovoltaické články? • Aké sú environmentálne aspekty využívania fotovoltaických článkov? • Aký je základný princíp fungovania fotovoltaického článku? • Aké materiály využíva fotovoltaický článok? • Aká je vo fotovoltaickom článku účinnosť premeny svetelnej energie na elektrickú energiu? • Koľko fotovoltaických článkov potrebujete pri vašej spotrebe energie v prípade pekného počasia?

Aktivita 16: Ďalšie alternatívne zdroje elektrickej energie – fotovoltaický článok

V týchto aktivitách budete študovať niektoré základné princípy fotovoltaických (solárnych) článkov. Meraním ich voltampérovej charakteristiky môžete určiť účinnosť článku. Budete pritom pracovať so svojím učiteľom a spolužiakmi, aby ste našli odpoveď na otázku: *Kolko energie sa dá získať zo svetla použitím fotovoltaického článku?*

Aktivita 16.3: Aká je účinnosť solárneho článku?

Účinnosť η fotovoltaického článku je daná pomerom vyprodukovanej elektrickej energie a energie dopadajúceho slnečného žiarenia (resp. pomerom výkonu a príkonu):

$$\eta = \frac{\text{elektrická energia}}{\text{dopadajúca energia}} = \frac{P_{\text{elektrický}}}{P_{\text{dopadajúci}}} = \frac{P_{\text{výkon}}}{P_{\text{príkon}}}$$

Článok produkuje maximálny elektrický výkon pri istej hodnote odporu záťaže (pozri výsledok aktivity 16.2).

Zapíšte výsledok pre $P_{\text{výkon}} =$

Výsledky merania napätia a elektrického prúdu článku (aktivita 16.2) môžeme použiť na odhad dopadajúcej energie slnečného žiarenia (resp. príkonu). Využijeme fakt, že ak je obvod spojený nakrátko, tento maximálny prúd pri skrate je priamo úmerný energii dopadajúcej na článok.

Maximálny žiarivý výkon (t.j. v tomto prípade ide o príkon, t.j. dopadajúcu energiu) je v lete približne 1000 W/m^2 . Pre fotovoltaický článok je maximálny prúd pri skrate 350 mA (overtte túto hodnotu na štítku použitého článku). Konštanta úmernosti sa potom rovná:

$$f = \frac{1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{350 \text{ mA}} = 2,86 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{mA}}$$

To znamená, že súčin faktora f a elektrického prúdu pri skrate dáva približný odhad žiariaceho výkonu dopadajúceho na článok pripadajúceho na jednotku plochy fotovoltaického článku.

Žiariaci výkon (t.j. príkon) dopadajúci na plochu článku potom dostaneme ako $P = f \cdot I_s \cdot S$

- Určte $P_{\text{príkon}}$ pre váš článok, pričom zohľadnite jeho parametre (plocha S a elektrický prúd pri skrate I_s):
- Určte účinnosť η fotovoltaického článku.
- Diskutujte o faktoroch vplývajúcich na účinnosti fotovoltaického článku.

Téma

NAVRHNEME NÍZKOENERGETICKÝ DOM

Metodický materiál pre učiteľa

1. Úvod

Téma je zameraná na zvýšenie záujmu žiakov o problematiku návrhu a konštrukcie energeticky efektívneho modelu domu cez pochopenie relevantných parametrov ovplyvňujúcich výmeny energie v tepelných systémoch. Obsahuje 4 podtémy analyzujúce rôzne mechanizmy tepelnej výmeny (prúdenie, vedenie, vyžarovanie). Cieľom aktivít je uviesť žiakov do problematiky infračervenej termografie, tepelného zobrazovania a termogramov.

Obsahovo sa viažu na pojmy energia a výkon v tepelných systémoch. Podtémy sú určené žiakom vo veku 14 - 16 rokov, pričom rozširujúce časti obsahujúce matematické vyjadrenia, analýzu dát a teoretickú formalizáciu sú určené vekovej skupine 16- až 18-ročných žiakov. Predpokladaná dĺžka všetkých aktivít je v rozsahu 30 vyučovacích hodín. Jednotlivé časti však môžu byť použité aj samostatne, s rôznou hĺbkou zamerania. Pri každej podtému sú uvádzané čiastkové časy potrebné na jej realizáciu.

Využívané sú praktické aktivity, vedecké simulácie a overovacie merania ako nástroje rozvíjania bádateľského prístupu.

2. Prvky aktívneho žiackeho bádania

Navrhnuté aktivity podporujú rozvíjanie žiackych zručností: plánovať skúmanie, tvoriť hypotézy, rozlišovať alternatívy, vyhľadávať informácie, konštruovať modely a komunikovať so spolužiakmi. Zahrnuté sú rôzne úrovne bádateľských aktivít, od interaktívnych demonštrácií až po otvorené bádanie. Zámerom je postupné zvyšovanie aktívnej účasti žiakov a ich nezávislosti pri objavovaní. Pri realizácii môže byť kladený dôraz na rôzne úrovne bádania v závislosti od aktuálnej pripravenosti žiakov. Dôraz sa kladie aj na postupne narastajúcu náročnosť otázok smerujúcich k zovšeobecňovaniu. Pri každej podtému môže učiteľ začať buď sériou otázok alebo interaktívnou demonštráciou. Všetky aktivity môžu byť usmerňované pokynmi učiteľa, nasmerované na určitý cieľ alebo použité ako otvorené bádanie. Počiatočné aktivity by však mali u žiakov vytvoriť základy využiteľné pri následnom, viac samostatnom skúmaní.

Pri zameraní sa na rozvíjanie zručností súvisiacich s bádateľskými prístupmi začíname každú aktivitu vhodným definovaním problému a jeho pochopením zo strany žiakov, pokračujeme kladením otázok a formuláciou hypotéz. Úlohou učiteľa pri kontrole aktivít je hlavne usmerňovať samostatné postupy žiakov pri skúmaní, pričom mieru pomoci učiteľa treba postupne znižovať. V každej aktivite je uvedená odpovedajúca úroveň bádania ako aj dôraz na fázy 5E cyklu bádania.

3. Vedecký obsah

Medzi kľúčové fyzikálne pojmy v tomto materiáli patria: vnútorná energia, teplo a teplota. S pochopením týchto pojmov sa častokrát spája viac problémov. V materiáloch preto uvádzame objasnenia základných pojmov a ich definície. Diskutujeme o vnútornej energii vyplývajúcej z faktu, že častice hmoty sú v danom skupenstve (tuhé, kvapalné, plynné) v pohybe. Teplota závisí od rýchlosti pohybu častíc. Čím sa častice pohybujú rýchlejšie, tým je teplota telesa vyššia. Pohybujúce sa častice majú kinetickú energiu.

Teplota je definovaná ako miera strednej kinetickej energie častíc telesa.

Vnútorná energia predstavuje súčet všetkých energií častíc telesa. Vnútornú energiu telesa je možné zmeniť prostredníctvom tepla alebo mechanickej práce.

Prenos tepla medzi systémami môže byť realizovaný tromi rôznymi spôsobmi:

vedením – v rámci jedného telesa alebo pri vzájomnom kontakte telies,

prúdením – v kvapaline a plyne,

žiarením – elektromagnetickými vlnami.

Pojem **teplo** predstavuje množstvo energie prenesenej z jedného miesta v telese alebo v tepelnom systéme na iné miesto, alebo cez rozhranie dvoch systémov, ktoré sú v tepelnom kontakte, pričom systémy majú rôznu počiatočnú teplotu. Z tohto pohľadu ide o prenos energie do telesa inak ako mechanickou prácou vykonanou na telese.

Prenos vedením je tepelná výmena medzi oblasťami telies spôsobená ich teplotným gradientom. Teplo spontánne prestupuje z oblasti s vyššou teplotou do oblasti s nižšou teplotou, čím sa postupne dosiahne tepelná rovnováha. Na mikroskopickej úrovni vedenie tepla predstavuje interakciu kmitajúcich atómov s ich susediacimi atómami, pričom im odovzdávajú časť svojej kinetickej energie. Teplo je prenášané vedením, keď susediace atómy kmitajú oproti sebe alebo keď nastáva pohyb elektrónov od jedného atómu k druhému. Vedenie je najvýznamnejším mechanizmom prenosu tepla v tuhých látkach alebo medzi tuhými telesami v tepelnom kontakte. Je to umožnené tým, že relatívne silné priestorové väzby medzi atómami pomáhajú prenášať tepelnú energiu vibráciami.

Prenos prúdením je prenos tepla prostredníctvom pohybu (prúdenia) tekutiny (kvapaliny, plynu).

Prenos žiarením je zabezpečovaný elektromagnetickými vlnami, ktoré dokážu prechádzať všetkými skupenstvami látky ako aj cez vákuum.

Na prenos prúdením a vedením je potrebný priamy tepelný kontakt medzi telesami rôznej teploty. Hovoríme o prenose tepla medzi dvoma telesami. Pri prenose žiarením ide o interakciu medzi telesom a elektromagnetickým žiarením, ktoré bolo vyžiarené iným telesom.

Žiaci by sa pri štúdiu tejto kapitoly mali naučiť:

- Rozlišovať pojmy teplo a teplota.
- Porozumieť pojmom tepelná rovnováha a tepelný proces.
- Rozlišovať prenos tepla vedením, prúdením a žiarením.
- Uviesť príklady, ako sú využívané vedenie, prúdenie a žiarenie pri výbere materiálov na návrh a konštrukciu modelu domu.
- Vysvetliť, ako environmentálne faktory, ako vietor, slnečné žiarenie, vonkajšia teplota, ovplyvnia návrh domu a výber vhodných materiálov.

4. Didaktický problém

Teplo a teplota sú pojmy, ktoré sú žiakom známe z bežného života. Žiaci si častokrát vytvárajú predstavu o týchto pojmoch už v predškolskom veku. Ich prvotné predstavy, s ktorými prichádzajú sú však mnohokrát odlišné od presného fyzikálneho obsahu týchto pojmov. Navrhnuté bádateľské aktivity sú zamerané na porozumenie pojmov a javov súvisiacich s témou. Učiteľ by si mal však byť vedomý toho, s akými nesprávnymi predstavami žiaci prichádzajú. K najčastejším miskoncepciám v tejto oblasti patria napr.:

- Teplo a teplota je to isté.
- Teplo je energia obsiahnutá v telese.
- Teplota je mierou množstva tepla obsiahnutého v telese.
- Rôzne telesá nachádzajúce sa v jednej sústave si udržiavajú rôzne teploty.
- Niektoré materiály sú teplejšie ako iné, t.j. teplota je vlastnosť materiálu (polystyrén je vždy teplejší ako kov).
- Telesá, ktoré udržujú iné telesá teplé (napr. teplý sveter, paplón) sú zdrojmi tepla.
- Studené telesá nevyžarujú energiu.

5. Vzťah k priemyslu

Tepelná izolácia potláča účinnosť viacerých procesov prenosu tepla medzi telesami v tepelnom kontakte alebo vplyvom vyžarovania, čo má množstvo priemyselných aplikácií: od návrhu fasád budov cez izolácie potrubí až po izolácie trupov lietadiel.

V každej podtému sú uvedené informácie vo vzťahu k priemyslu, najmä s dôrazom na využívanie vedenia, prúdenia a žiarenia pri výbere materiálov pre návrh a konštrukciu vykurovacích systémov a ozrejmovanie, ako environmentálne faktory (vietor, slnečné žiarenie a vonkajšia teplota) vplyvajú na návrh domov.

6. Vyučovacie postupy

Vzdelávacie aktivity sú rozdelené do 4 podtém venovaných rôznym aspektom konštrukcie energeticky efektívneho modelu domu.

Podtéma 1 sprevádza žiakov pri konštrukcii modelu domu a preukázaní významu rozličných faktorov prispievajúcich k šíreniu tepla a energetickej spotrebe nevyhnutnej na udržanie tepelnej pohody v dome.

Podkapitola 2 analyzuje význam rôznych materiálov pre šírenie tepla a analyzuje relevantné parametre súvisiace s tepelnou výmenou vedením.

Podkapitola 3 analyzuje tepelnú výmenu v tekutinách a zameriava sa na proces šírenia tepla prúdením.

Podkapitola 4 zavádza pojem šírenie energie žiarením, analyzuje rôzne aspekty spektra slnečného žiarenia.

Podtéma 1: Testovanie modelu domu

Podtéma 1 je zameraná na konštrukciu modelu domu a vplyv rozličných faktorov ovplyvňujúcich prenos tepla a energetickú spotrebu nevyhnutnú na udržanie tepelnej pohody v dome.

Základné pojmy tejto podtémy sú ohrievanie, chladenie, rýchlosť ohrievania a chladenia, zachovanie energie, vedenie, prúdenie, žiarenie, taktiež technické pojmy ako izolácia, zasklievanie a izolačné sklá, akumulácia tepla, pasívne kúrenie a chladenie. Pripomenuté sú skôr osvojené pojmy teplo, teplota a tepelná rovnováha s dôrazom na žiacke miskoncepcie. V závere by žiaci mali rozumieť fyzikálnym procesom prenosu tepla medzi domom a jeho okolím v závislosti od rôznych poveternostných podmienok. Žiaci konštruujú model domu pomocou učiteľom poskytnutej stavebnice. Naučia sa používať senzory teploty na meranie prestupu tepla a overenie účinku tepelnej izolácie. Použitím bežne dostupných pomôcok objavia rôzne faktory ovplyvňujúce ohrievanie a chladenie. Model vykurovacieho telesa predstavuje žiarovka pokrytá hliníkovou fóliou, účinok vetra je simulovaný pomocou elektrického ventilátora a ohrev vplyvom slnečného žiarenia pomocou stolnej lampy.

Podtéma obsahuje 3 žiacke vzdelávacie aktivity:

- Aktivita 1.1: Ako udržať v modeli domu teplotu.
- Aktivita 1.2: Ako je vnútri modelu domu rozložená teplota?
- Aktivita 1.3: Ako vplyva slnečné svetlo na teplotu vnútri modelu domu?

Tabuľka charakterizuje bádateľské aktivity z pohľadu ich úrovne a fáz učebného cyklu 5E.

Aktivita	Úloha pre žiakov	Typ bádateľskej aktivity	Fáza učebného cyklu
1.1	Diskusia a experimentovanie ako udržať teplotu v modeli domu	Interaktívna demonštrácia Potvrdzujúce bádanie	Zapojenie Skúmanie
1.2	Experimentovanie s rozložením teploty vnútri modelu domu	Riadené bádanie Nasmerované bádanie	Zapojenie Skúmanie Vysvetlenie
1.3	Tvorba hypotézy a experimentovať s vplyvom slnečného žiarenia na teplotu vnútri modelu domu	Riadené bádanie Nasmerované bádanie Otvorené bádanie je tiež možné	Zapojenie Skúmanie Rozšírenie

Podtéma 2: Vedenie tepla

Podtéma 2 je zameraná na analýzu rozličných materiálov a vytváranie a porozumenie relevantných pojmov súvisiacich s prenosom tepla vedením. Vedenie predstavuje prenos tepla, pri ktorom na rozdiel od prúdenia nedochádza k premiestňovaniu látky. Šírenie tepla vedením nastáva v každom zo skupenstiev, najviac sa však prejavuje v tuhých látkach, pričom v kvapalinách a plynch dominuje šírenie tepla prúdením.

Podtéma obsahuje dve žiacke vzdelávacie aktivity. Tabuľka charakterizuje bádateľské aktivity z pohľadu ich úrovne a fáz učebného cyklu 5E.

- Aktivita 2.1 Pozorovanie topenia ľadu na platniach z rôzneho materiálu
- Aktivita 2.2 Meranie izolačných vlastností rozličných materiálov.

Aktivita	Úloha pre žiakov	Typ bádateľskej aktivity	Fáza učebného cyklu
2.1	Pozorovanie topenia ľadu na platniach z rôzneho materiálu	Interaktívna demonštrácia Potvrdzujúce bádanie	Zapojenie Skúmanie
2.2	Meranie izolačných vlastností rozličných materiálov.	Riadené bádanie Nasmerované bádanie Otvorené bádanie je tiež možné	Zapojenie Skúmanie Vysvetlenie Rozšírenie

Podtéma 3: Prúdenie

Podtéma je zameraná na prenos tepla v tekutinách a vytváranie a porozumenie relevantných pojmov súvisiacich s prenosom tepla prúdením. Analyzovaný je prenos tepla prostredníctvom makroskopického pohybu látky (kvapaliny, plynu) z oblasti s vyššou teplotou do oblasti s nižšou teplotou. Cieľom aktivity 3.1 je ukázať prúdenie horúcej kvapaliny z teplejšej do studenejšej oblasti. Aktivita končí návrhom kvalitatívneho opisu mechanizmu prirodzeného prúdenia na základe rozdielnych hustôt kvapaliny v dôsledku rozdielnych teplôt. Takýto model môže byť použitý pri vysvetlení komínového efektu, kde stúpajúci horúci vzduch je tlačný nahor k stropu miestnosti a studený vzduch naopak klesá k spodnej časti miestnosti. V aktivite 3.2 je analyzovaný účinok vzduchu prúdiaceho nad povrchom telesa na jeho teplotu porovnaním výsledkov meraní pri prirodzenom a vynútenom chladení. Údaje môžu byť analyzované na rôznej úrovni, buď len kvalitatívne alebo aj kvantitatívne v závislosti od matematických zručností žiakov.

Tabuľka charakterizuje bádateľské aktivity z pohľadu ich úrovne a fáz učebného cyklu 5E.

Aktivita	Úloha pre žiakov	Typ bádateľskej aktivity	Fáza učebného cyklu
3.1	Pozorovanie prúdenia	Interaktívna demonštrácia Nasmerované bádanie	Zapojenie Skúmanie
3.2	Experimentovanie s rôznymi druhmi prúdenia	Riadené bádanie	Zapojenie Skúmanie Rozšírenie

Podtéma 4: Tepelné žiarenie

Podtéma je zameraná na prenos tepla žiarením a analyzuje rozličné efekty slnečného žiarenia a podrobne skúma tepelné žiarenie. V závislosti od učebných osnov je potrebné so žiakmi zopakovať základné pojmy súvisiace s elektromagnetickým žiarením. Žiaci na základe bežnej skúsenosti najlepšie rozumejú prenosu tepla vedením. Prenos tepla žiarením sa zvyčajne žiakom predstaví na príklade svetelného žiarenia, ktoré sa šíri zo Slnka na Zem cez prázdny priestor (vákuum) bez vedenia alebo prúdenia (ktoré potrebujú látkové prostredie). Tento príklad je presvedčivý, neponúka však možnosť praktického experimentovania v triede. Na začiatku je potrebné predstaviť základné pojmy súvisiace so žiarením. Žiarenie je spoločným názvom pre elektromagnetické vlnenie šíriace sa rýchlosťou svetla v danom prostredí, ako aj vo vákuu. Elektromagnetické vlnenie alebo žiarenie zahŕňa celé spektrum vlnení ako viditeľné svetlo, infračervené, ultrafialové, röntgenové, mikrovlnné alebo rádiové elektromagnetické vlnenie. Jednotlivé druhy vlnenia sa líšia frekvenciou a množstvom prenášanej energie. Vlnenia s rôznymi frekvenciami rôzne interagujú s látkou. V mnohých aj každodenných situáciách pozorujeme zohrievanie telies prostredníctvom žiarenia, ktoré je najčastejšie prenášané infračervenou alebo viditeľnou časťou spektra elektromagnetického žiarenia. V rámci pripravených aktivít sa žiaci stretnú s infračerveným teplomerom a kamerou.

V aktivite 4.1 je úlohou zostrojiť jednoduchý rádiometer. V aktivite 4.2 budú žiaci merať tepelný účinok slnečného žiarenia na telesá s rôznou farbou povrchu. V aktivite 4.3 žiaci jednoduchým rádiometrom dokážu existenciu žiarenia odlišného od svetelného žiarenia nazývaného infračervené žiarenie. Aktivita

4.4 predstavuje otvorené bádanie zamerané na analýzu infračervených zariadení (video, obraz, teplomery...). Aktivita 4.5 ponúka videozáznam experimentu realizovaného za prítomnosti a bez prítomnosti vzduchu s cieľom prehliabť poznatky o infračervenom žiarení.

Tabuľka charakterizuje bádateľské aktivity z pohľadu ich úrovne a fázy 5E učebného cyklu.

Aktivita	Úloha pre žiakov	Typ bádateľskej aktivity	Fáza učebného cyklu
4.1	Zostrojenie a používanie jednoduchého rádiometra	Interaktívna demonštrácia	Zapojenie Skúmanie
4.2	Osvetľovanie telies s rôznou farbou povrchu	Interaktívna demonštrácia Riadené bádanie Nasmerované bádanie	Zapojenie Skúmanie Vysvetlenie
4.3	Žiarenie horúcich a studených telies	Riadené bádanie Nasmerované bádanie Otvorené bádanie je tiež možné	Zapojenie Skúmanie Rozšírenie
4.4	Infračervená termografia	Otvorené bádanie	Zapojenie Skúmanie Vysvetlenie Rozšírenie
4.5	Analýza procesu chladenia horúceho telesa za rozličných podmienok. Chladenie vo vzduchu a vo vákuu.	Nasmerované bádanie Otvorené bádanie je tiež možné	Zapojenie Skúmanie Vysvetlenie Rozšírenie

7. Hodnotenie

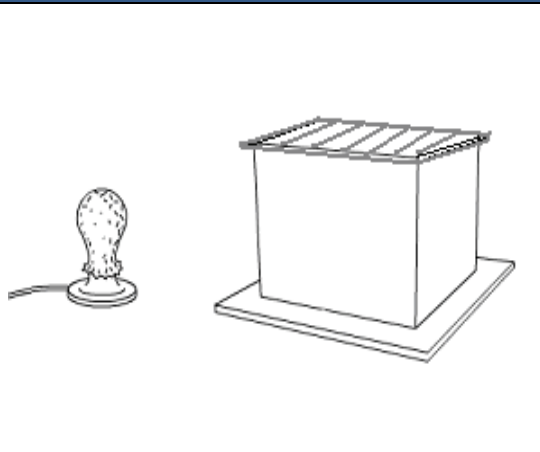
Mali by sa hodnotiť teoretické vedomosti (porozumenie významu základných pojmov) aj praktické zručnosti žiakov. Taktiež by mali byť hodnotené bádateľské zručnosti ako napr. pozorovať, tvoriť hypotézy, vysvetľovať a pod. Príklady vhodných otázok sú uvedené v metodickom popise jednotlivých aktivít.

8. Žiacke aktivity

Metodický list

Aktivita 1.1: Ako udržať v modeli domu teplotu
Problém:
Počas zimy potrebujeme energiu na udržiavanie teploty nášho obydľia. Použitím vhodných modelov domov možno analyzovať, koľko energie treba na udržanie vnútornej teploty každého z domov o 15 °C vyššej, ako je vonkajšia teplota.
Vzdelávacie ciele:
<ul style="list-style-type: none"> • navrhnuť experimenty na meranie ohrievania a chladenia rôznych modelov domov použitím rovnakého procesu ohrievania, • identifikovať rôzne faktory vplývajúce na šírenie tepla a kontrolovať ich, • merať množstvo tepla potrebného na zohriatie modelu domu na teplotu o 15 °C vyššiu ako je teplota vonkajšieho okolia.
Pomôcky:
<ul style="list-style-type: none"> • škatule z rôznych materiálov (polystyrén, drevo, sklo, hliník, plast) rovnakých rozmerov modelujúce rôzne druhy domov, • senzory teploty umiestené na stene oproti ohrievaču, • ohrievače (žiarovky pokryté hliníkovou fóliou)

Postup:



Obrázok 1-1a



Obrázok 1-1b

Skupiny žiakov dostanú rôzne modely domov s rovnakými rozmermi, ale vyrobené z rôznych materiálov. Ohrievač a senzor teploty umiestnime, ako je na obrázku 1-1b. Hlavným problémom je otestovať, ako rýchlo sa model domu zohreje a ochladí pomocou známeho zdroja tepla. V ďalšom budeme teplotu označovať T a čas t .

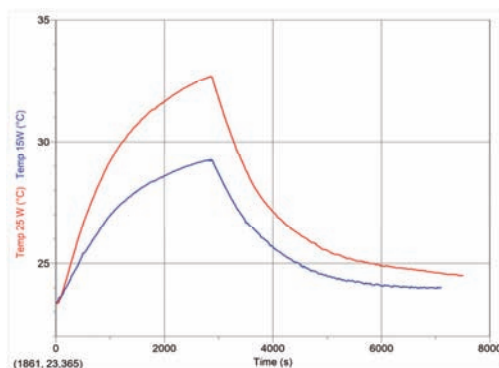
Žiakom zadávame úlohy:

- Zapnite ohrievač a sledujte teplotu, až kým nedosiahne približne hodnotu $T_{\text{okolie}}+15^{\circ}\text{C}$.
- Vypnite ohrievač a nechajte vnútornú teplotu klesnúť na T_{okolie} .
- Zapíšte si čas, keď bol ohrievač zapnutý a keď vypnutý.
- Vypočítajte čas, ako dlho bol ohrievač zapnutý, aby sa dosiahla vnútorná teplota $T_{\text{okolie}}+15^{\circ}\text{C}$.

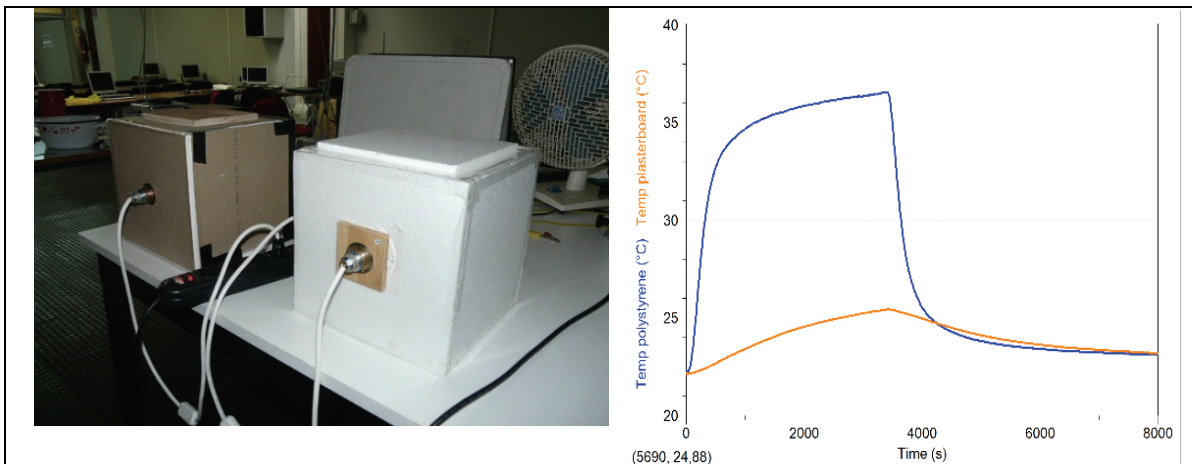
Každá skupina prezentuje svoje výsledky pred ostatnými s cieľom zistiť, ktorý z modelov domu je najvhodnejší z hľadiska úspory energie.

Obrázky dokumentujú teplotné údaje získané z rôznych modelov domov za odlišných tepelných podmienok.

- Krivky ohrevu a chladnutia dreveného modelu domu vyhrievaného pomocou 15 W lampy (modrá krivka) a 25 W lampy (červená krivka):



- Krivky ohrevu a chladnutia modelov domov vyrobených z plastu a polystyrénu vyhrievaného pomocou 25 W lampy.



Poznámka

V rámci tejto aktivity môže učiteľ žiakom predstaviť rôzne druhy teplomerov. Začneme zrejme najviac známym ortuťovým, pokračujeme diskusiou o moderných digitálnych teplomeroch založených na polovodičových sondách a spomenieme aj infračervené teplomery, ktoré umožňujú meranie teploty vzdialeného objektu aj bez fyzického kontaktu s ním. Ozrejmime aj počítačové teplotné senzory, ako napr. senzory povrchovej teploty používané v mnohých aktivitách. senzory povrchovej teploty pre počítačom podporované merania využívané pri celej sérii meraní. Na záver žiakom ukážeme fotografie termogramov Na záver žiakom ukážeme infračervené snímky, tzv. termogram s cieľom priblížiť možnosti tepelnej/farebnej analýzy telies, ktorá je súčasťou štvrtéj podtémy.

Možné otázky:

Ako by ste dosiahli zníženie energetickej náročnosti potrebnej na udržanie tepelnej pohody v dome? Čo by ste spravili vo vašom dome, aby ste znížili náklady potrebné na udržiavanie tepelnej pohody?

Pracovný list

Ako navrhnuť nízkoenergetický dom





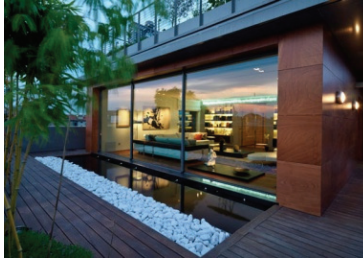
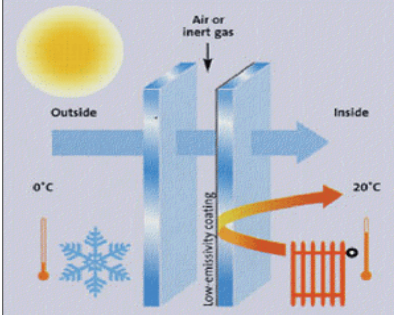

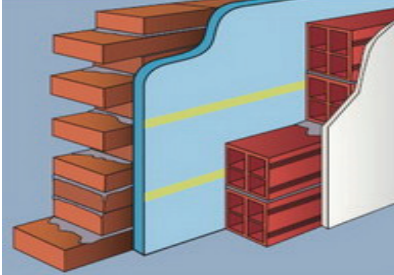


Projekt, ktorý budeme spoločne realizovať, sa zaoberá návrhom modelu domu, ktorý spotrebuje menej energie na vykurovanie miestností a využíva vedecké zistenia a technologické inovácie na minimalizáciu spotreby energie. Analýza domu bude východiskovým bodom na objavenie dôležitých vedeckých pojmov javovo súvisiacich s ohrevom a chladnutím telies, s prenosom tepla.

Hoci budeme pracovať s modelmi domu využívajúcimi polystyrén, drevo, plasty a lepenku, zohrievanými teplom žiarovky umiestnenej vnútri, budeme aplikovať rovnaké vedecké a technické princípy, ktoré sú brané do úvahy pri konštrukcii reálnych domov.

V mnohých krajinách je veľké percento energetickej spotreby využívané práve na ohrev alebo chladenie budov. Hľadanie efektívnejších metód konštrukcií smerujúcich k vylepšeniu energetickej účinnosti je preto extrémne dôležité. Menej energie znamená menej fosílnych palív a následne menšie množstvo CO₂ v atmosfére. Úlohou vás, dnešnej mladej generácie, je vyriešiť energetickú účinnosť budov a preto budete potrebovať dobre poznať problematiku a vytvárať zodpovedné rozhodnutia.

Niekoľko úvodných úvah

Našu prácu začneme pozorovaním charakteristík niektorých konkrétnych domov. Následne pochopíme, prečo sa tieto domy navzájom odlišujú.


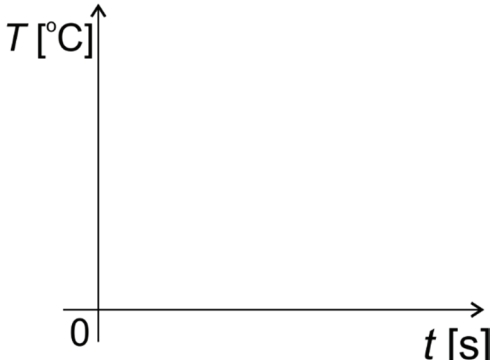
		<p>Domy v hornatých oblastiach sú často zhotovené z dreva alebo kameňa a majú veľmi hrubé steny.</p>
		<p>V stredomorských krajinách aj v púštnych oblastiach majú domy bielu omietku a sú zoradené do priamych ulíc.</p>
		<p>Domy s veľkými oknami často používajú dvojité (alebo aj trojité) sklené tabule oddelené vzduchovou (alebo plynom vyplnenou) medzerou slúžiacou na redukciu prestupu tepla naprieč okennou časťou plášťa budovy.</p>
		<p>Firmy predávajúce tepelnoizolačné materiály na izoláciu stien budov prezentujú, ako rôzne materiály dokážu lepšie udržať konštantnú teplotu vnútri budovy v porovnaní s neizolovanými stenami.</p>
		<p>Termovízne kamery dokážu zobrazíť a zvýrazniť rôzne povrchové teploty vonkajších častí stien budov.</p>

Aj keď naším cieľom je postaviť vzorový dom, ktorý je efektívny z pohľadu energetickej náročnosti, má konštantnú vnútornú teplotu a možno na jeho ohrev využívať slnečnú energiu, začneme pracovať s modelom vhodným na oboznámenie sa s materiálmi, konštrukčnými postupmi a nevyhnutnými meraniami na overenie projektu.

Učiteľ vám poskytne model, na ktorom budete môcť štandardnými postupmi merať tepelné charakteristiky domu.

Pri ochladzovaní domu (pri tepelných stratách) musí existovať rozdiel teplôt medzi vnútorným a vonkajším priestorom. Vnútri domu musí byť teplejšie ako vonku. Pretože nemôžete ochladiť triedu na 0 °C, namiesto toho budete ohrievať vnútro modelového domu na teplotu o 15 °C vyššiu, ako je okolitá teplota v triede. Ohrev modelového domu zabezpečíme žiarovkou umiestnenou v jeho vnútri. Rovnako ako v reálnom dome, aj tu nás zaujíma, ako dlho musí byť ohrievač zapnutý na udržanie istej vnútornej teploty. Čím vyššiu vnútornú teplotu požadujeme, tým bude nutné použiť viac energie na ohrev a bude vyšší náš účet za vykurovanie. Na napodobnenie tejto situácie budeme zaznamenávať čas, počas ktorého musel byť ohrievač zapnutý na udržanie teploty vnútri o 15 °C vyššej, ako je vonkajšia teplota. Rovnaký test realizujeme pri odlišných podmienkach, aby sme pochopili, prečo máme odlišné výsledky.

Pracovný list

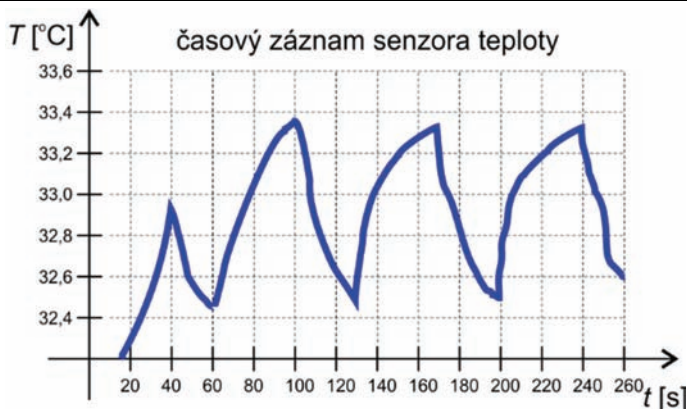
Aktivita 1.1: Ako udržať v modeli domu teplotu	
Problém:	
Počas zimy potrebujeme energiu na udržiavanie teploty nášho obydľia. Použitím vhodných modelov domov možno analyzovať, koľko energie treba na udržanie vnútornej teploty každého z domov o 15 °C vyššej, ako je vonkajšia teplota.	
Pomôcky:	
<ul style="list-style-type: none"> • škatule z rôznych materiálov (rovnakých rozmerov) modelujúce rôzne druhy domov, • senzory teploty umiestené na stene oproti ohrievaču, • ohrievače (žiarovky pokryté hliníkovou fóliou) 	
Postup:	
<p>Postupujte podľa inštrukcií vyučujúceho a umiestnite ohrievač a senzor teploty podľa obrázka.</p> <p>Zapnite ohrievač a začnite merať závislosť vnútornej teploty v modelovom dome od času.</p>	
<p>Pred realizáciou experimentu vyslovte vašu predpoveď o časovej závislosti vnútornej teploty v modeli domu od času a zakreslite ju do grafu vpravo.</p>	
<p>Zapnite ohrievač a zaznamenávajte vnútornú teplotu v modeli domu, kým nedosiahne o 15 °C vyššiu hodnotu, ako je okolitá teplota v miestnosti T_e.</p> <p>Vypnite ohrievač a nechajte teplotu vnútri modelu domu klesnúť na hodnotu okolitej teploty v miestnosti T_e.</p>	

Analýza údajov:

Zaznamenajte časové intervaly, počas ktorého bol ohrievač zapnutý, resp. vypnutý a na základe toho určte koľko energie bolo potrebné na zohriatie domu.

Porovnajzte získané experimentálne dáta s dátami vašich spolužiakov.
Aké závery môžete formulovať o úsporách energie?

Podrobnejšia analýza:



Graf predstavuje záznam experimentu realizovaného žiakmi, ktorí opakovane zapínali a vypínali ohrievač s cieľom nastaviť a udržať teplotu vnútri modelu domu na hodnote okolo 33 °C. Pokúste sa určiť, koľko energie sa spotrebovalo, ak ohrievačom bola 40 W žiarovka.

Metodický list

Aktivita 2.2: Meranie izolačných vlastností rôznych materiálov

Problém:

Pripravíme vzorky rozličných materiálov podobe štvorcových doštičiek rozličnej hrúbky. Rovnaké množstvá horúcej vody nalejeme do rovnakých polystyrénových pohárov a v triede diskutujeme, ako experiment realizovať a následne analyzovať. Žiaci si môžu v skupinách vybrať po dva rôzne materiály a predpovedajú aké tepelno-izolačné vlastnosti materiály majú.

Vyučovacie ciele:

- Uvedomiť si, že druh materiálu ovplyvňuje prenos tepla medzi telesami s rôznymi teplotami.
- Vedieť klasifikovať materiály podľa ich schopnosti viesť teplo.
- Identifikovať veličiny ovplyvňujúce tepelnú vodivosť.

Pomôcky:

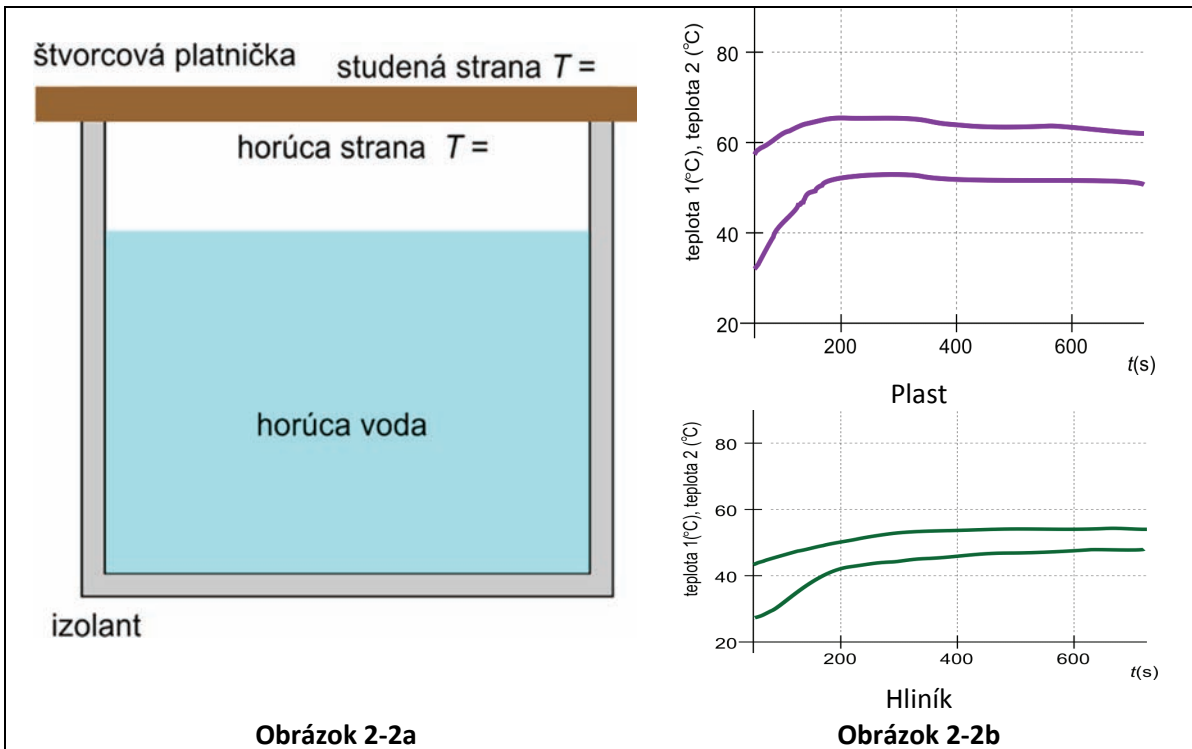
- dve štvorcové doštičky z rovnakého materiálu a povrchu, ale s rôznou hrúbkou,
- polystyrénové poháre,
- teplotné senzory s možnosťou pripevnenia na vnútorný a vonkajší povrch (pozri obr. 2-2a)

Postup:

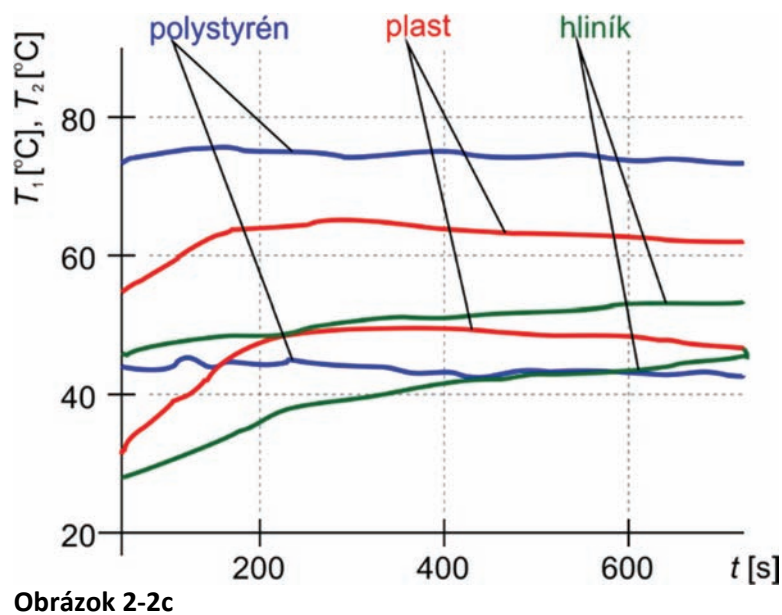
Žiaci pripevnia senzory povrchovej teploty na opačné povrchy štvorcovej doštičky, ktorú umiestnia na polystyrénový pohár s naliatou horúcou vodou. Použitím teplotných sensorov budú mať možnosť zobrazovať časový priebeh teploty.

Žiaci môžu analyzovať:

Rozdielne teploty na vnútornej a vonkajšej stene materiálov (pozri obr. 2-2a) a určiť, že ich hodnota teploty je takmer konštantná (po uplynutí niekoľkých minút, pozri obr. 2-2b).



Celá trieda spoločne analyzuje dáta získané skupinami žiakov pri meraniach štvorcových doštičiek s rovnakou hrúbkou a určí poradie od najväčšieho po najmenší teplotný rozdiel (pozri obr. 2-2c). Na základe nameraných údajov popíšeme, ktorý materiál je najlepším tepelným vodičom a ktorý najlepším izolantom.



Učiteľ má so žiakmi diskutovať, ako analyzovať rôzne parametre ovplyvňujúce výsledky.
POZNÁMKA: Žiaci porovnávajú výsledky so svojimi predikciami a pokračujú v identifikovaní a potvrdzovaní každého rozdielu.

Možné otázky:
 Poukážte na rozdielne materiály používané pri konštrukcii rôznych častí budov v súvislosti s ich tepelnoizolačnými vlastnosťami.

Aktivita 2.2: Meranie izolačných vlastností rôznych materiálov**Problém:**

Teplná izolácia domov má kľúčovú úlohu, ak chceme znížiť energetické straty. Ktoré materiály je vhodnejšie použiť na stavbu stien alebo strechy domu? Aké vlastnosti materiálov sú najviac vyhovujúce? Táto aktivita nám umožní nájsť niektoré odpovede na položené otázky. Naše štúdium začneme pomocou jednoduchých experimentov zameraných na odlišné správanie sa tuhých látok pri prenose tepla vedením.

Pomôcky:

- 2 senzory povrchovej teploty,
- polystyrénový pohár,
- 5 štvorcových platní z rôznych materiálov s hrúbkou 1 cm (hliník, plexisklo, drevo, sadrokartón a polystyrén),
- 3 hliníkové štvorcové platne rôznych hrúbok (0,1 cm, 1 cm and 3 cm),
- lepiaca páska

Postup:

Experiment je zameraný na meranie rozdielu teplôt na opačných povrchoch štvorcovej platne pri prenose tepla. Použijeme aparatúru znázornenú na obrázku vpravo.

Platňu položíme na vrch pohára naplneného horúcou vodou. Pomocou senzorov budeme merať časovú závislosť povrchovej teploty na vnútornej a vonkajšej strane platne.

Vyberte štvorcovú platňu s hrúbkou 1 cm. Páskou pripevnite senzory povrchovej teploty do stredu na opačné strany platne.

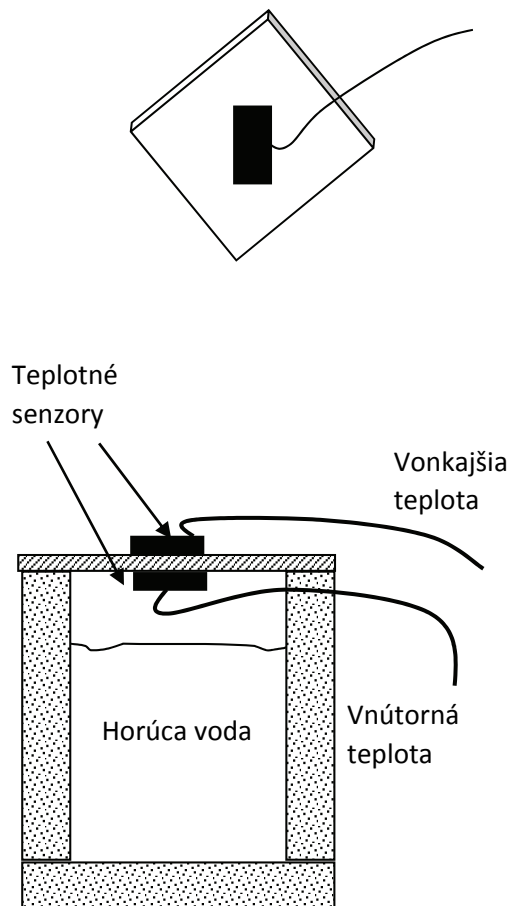
Polystyrénový pohár naplňte do $\frac{3}{4}$ výšky horúcou vodou. Odmerajte izbovú teplotu (T_{izba}) a teplotu horúcej vody (T_{voda}).

Zapíšte výsledky merania:

$T_{\text{izba}} =$

$T_{\text{voda}} =$

Štvorcovú platňu umiestnite na vrch pohára, ako je zobrazené na obrázku vpravo, aby doliehala a držala pevne na mieste. Oba senzory povrchovej teploty pripojte k počítaču a spustite meranie.



Sledujte časovú závislosť vonkajšej a vnútornej teploty povrchov platne, až kým sa teplota prestane meniť.. Odčítajte konečné teploty a zapíšte ich do tabuľky.

Zopakujte predchádzajúci postup s ostatnými štvorcovými platňami z rozličných materiálov s hrúbkou 1 cm. Na základe nameraných údajov doplňte v tabuľke.

Materiál	Vnútoraná teplota (°C)	Vonkajšia teplota (°C)	Rozdiel teplôt ΔT (°C)
Drevo			
Plexisklo			
Polystyrén			
Sadrokartón			
Hliník			

Diskusia:

Prečo vzniká rozdiel teplôt na opačných povrchoch štvorcových platní?

Usporiadajte materiály v poradí od najväčšieho k najmenšiemu rozdielu teplôt na povrchoch.

Ktorý materiál je najlepším tepelným vodičom?

Ktorý materiál je najlepším tepelným izolantom?

Pokúste sa vysvetliť, prečo aj napriek tomu, že ani teplota vody ani izbová teplota sa nemenia, je vnútorná teplota na povrchu štvorcovej platne odlišná pre rozličné materiály platne.

Následne budeme analyzovať, ako hrúbka štvorcových platní vplýva na tepelnú vodivosť.

Aby sme to zistili, zopakujeme predchádzajúce meranie, ale s použitím troch hliníkových štvorcových platní s hrúbkami 0,1; 1,0 a 3,0 cm. Získané údaje zapíšte do tabuľky.

Materiál	Vnútoraná teplota (°C)	Vonkajšia teplota (°C)	Rozdiel teplôt ΔT (°C)
Hliník 0,1 cm			
Hliník 1,0 cm			
Hliník 3,0 cm			

Diskusia:

Ako sa mení rozdiel teplôt na povrchoch so zväčšujúcou sa hrúbkou štvorcovej platne?

Našou snahou je zvyšovanie efektívnosti tepelnej izolácie stien budov.

Čo si myslíte, je lepšie používať hrubšie steny?

Svoje tvrdenie vysvetlite a podložte argumentmi.

Podrobnejšia analýza:

Rýchlosť prenosu tepla vedením cez vrstvu s plochou S , hrúbkou d , rozdielom teplôt Δt vonkajších povrchov je daná Fourierovým zákonom, ktorý matematicky zapíšeme:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\lambda}{d} \cdot S \cdot \Delta T = K \cdot S \cdot \Delta T$$

príčom $\Delta Q/\Delta t$ udáva rýchlosť prenosu tepla, λ je súčiniteľ tepelnej vodivosti materiálu. Parameter $K = \lambda/d$ je zvyčajne udávaný v $\text{kJ}/(\text{hod} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ a predstavuje množstvo tepla, ktoré prejde cez vrstvu s plochou 1 m^2 za hodinu pri rozdiel teplôt 1°C medzi povrchmi materiálu. V tabuľke sú uvádzané hodnoty parametra K pre vybrané materiály bežne využívané pri stavbách obytných domov.

Vonkajšia stena	26 cm dierovaná tehla	20,96
Vnútorňa deliaca stena	12 cm dierovaná tehla	26,23
Podlaha	Betónové platne	17,49
Okno	4 mm sklo	75,19
Dvere	Drevo	62,97

Pokúste sa na základe údajov z tabuľky určiť množstvo tepla, ktoré sa „stratí“ vedením cez steny, podlahu, okná a dvere vašej triedy počas dopoludňajšieho (5 hodinového) vyučovania v zime (predpokladajte napr. izbovú teplotu 20°C , vonkajšiu teplotu 5°C).

Ktorá časť vašej triedy uvoľňuje najviac tepla vedením?

Záver:

Pre každú aktivitu formulujte, čo ste sa v nej naučili a vysvetlite, na základe čoho ste formulovali svoje závery.

Metodický list

Aktivita 3.2: Prirodzené a vynútené chladenie

Problém:

V mnohých automobiloch sú motory alebo okruhy s chladiacou kvapalinou chladené vynúteným prúdením. V praxi je ľahko pozorovateľné, že teplota motora sa znižuje, ak sa automobil pohybuje: vzduch s danou rýchlosťou ochladzuje motor lepšie ako vzduch, ktorý je voči motoru v pokoji. Ako môžeme overiť vplyv prúdiaceho vzduchu na proces chladenia?

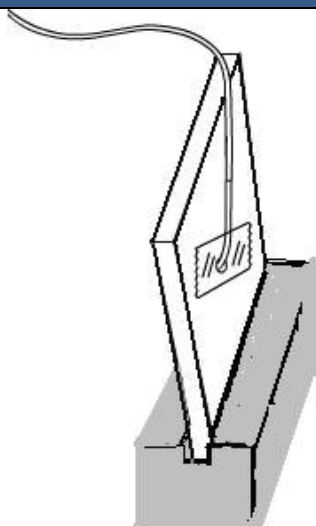
Vyučovacie ciele:

- Uvedomiť si rôzne aspekty prúdenia vzduchu.
- Uvedomiť si, ako experimentálne dôkazy môžu pomáhať pri rozhodovaní aj o každodenných problémoch.
- Rozvíjať schopnosť spolupracovať pri návrhu a realizácii experimentálneho skúmania.
- Uvedomiť si účel a ciele experimentálnych aktivít.

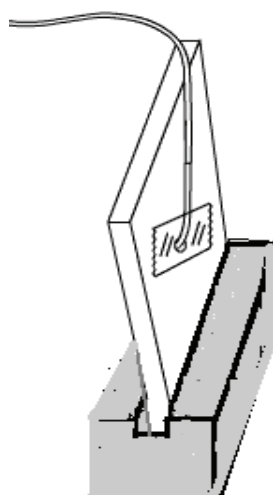
Pomôcky:

- dve hliníkové platničky (dĺžka strany $\cong 15 \text{ cm}$, hrúbka $\cong 3 \text{ mm}$),
- dva senzory povrchovej teploty,
- nádoba s horúcou vodou (približne 90°C),
- dve plastové vrecká,
- dve izolačné podložky (polystyrénové),
- viacrýchlostný ventilátor

Postup:

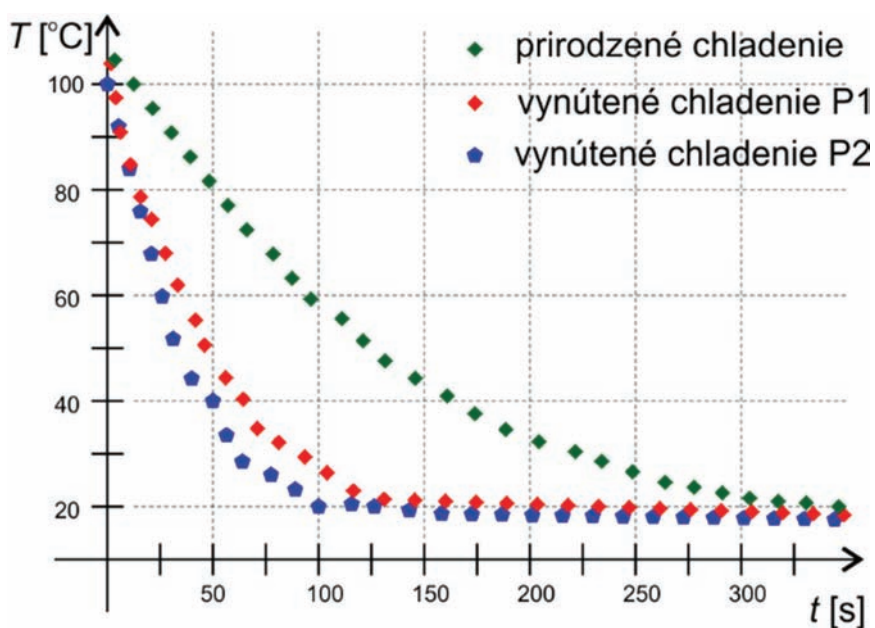


Obrázok 3-2a



Obrázok 3-2b

Dve hliníkové platničky (dĺžka strany 15 cm, hrúbka 3mm) pred meraním zohrejeme na približne 90 °C a umiestnime do izolačného podstavca (pozri obr. 3-2a a obr. 3-2b). Platničky necháme chladnúť na vzduchu pri izbovej teplote. Obrázok 3-2a zobrazuje prípad prirodzeného chladenia a obrázok 3-2b prípad vynúteného chladenia. Teploty sú zaznamenávané senzormi povrchovej teploty, ktoré sme pred meraním pomocou lepiacej pásky pripevnili na povrch platničiek. Obrázok 3-2c zobrazuje krivky chladenia pre prirodzené a vynútené chladenie. Údaje vynúteného chladenia zodpovedajú dvom rýchlostiam prúdenia vzduchu z ventilátora ($P_1 < P_2$).



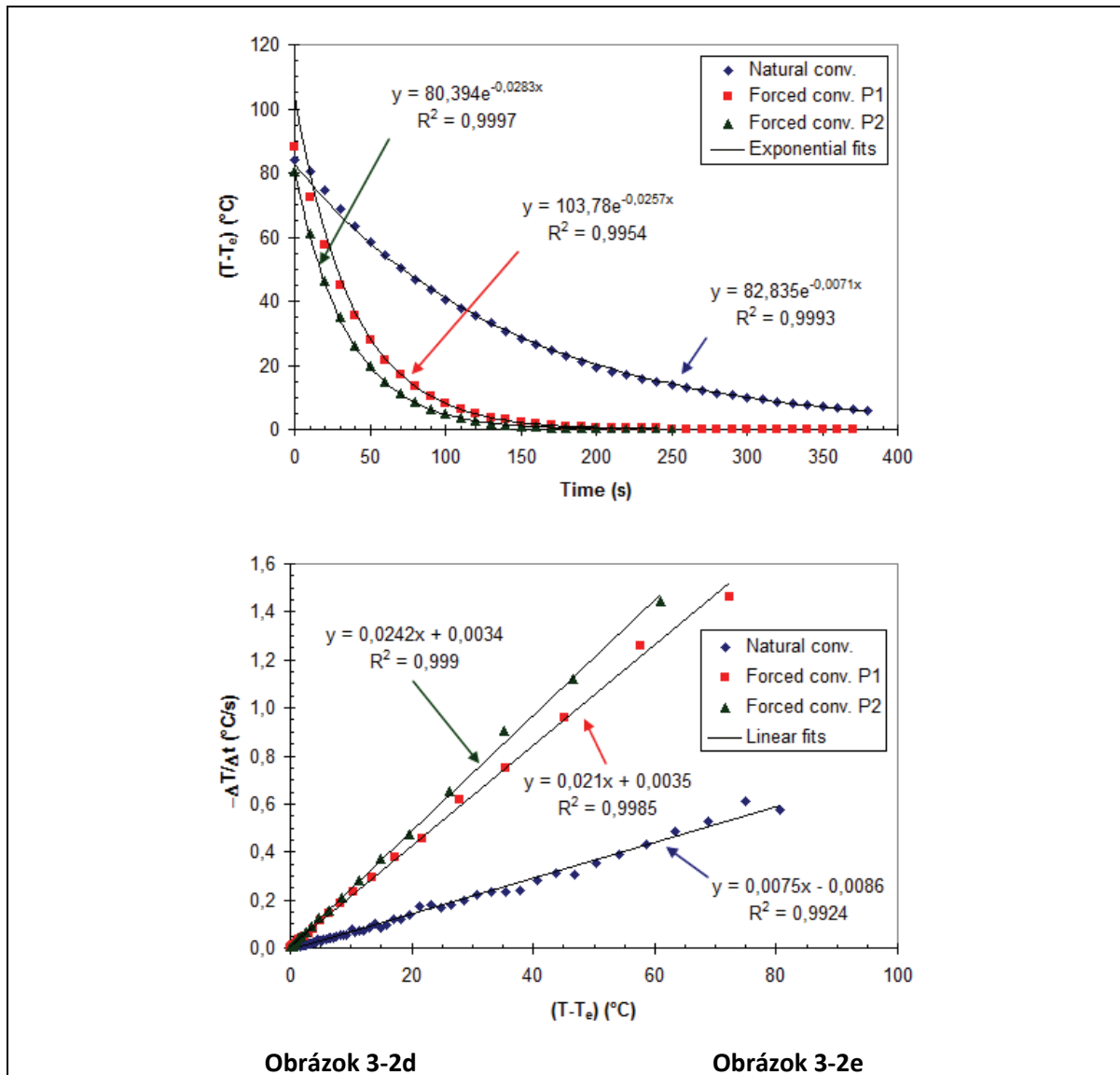
Obrázok 3-2c

Možné otázky:

- Porovnajzte priebeh troch kriviek zobrazených na obr. 3-2c a objasnite najvýznamnejšie rozdiely.
- Aké sú hlavné rozdiely medzi dvoma krivkami reprezentujúcimi vynútené chladenie?

Poznámka:

Analytické vyjadrenie kriviek chladenia môžeme získať napr. z fitovania experimentálnych dát (obr. 3-2d). Obrázok 3-2e zobrazuje príklad fitovania dát získaných pri zobrazení rýchlosti poklesu teploty ako funkcie zmeny teploty voči okoliu ($T-T_e$). Podrobnejšie v žiackych pracovných listoch.



Pracovný list

Aktivita 3.2: Prirodzené a vynútené chladenie

Problém:

V mnohých automobiloch sú motory alebo okruhy s chladiacou kvapalinou chladené vynútením prúdením. V praxi je ľahko pozorovateľné, že teplota motora sa znižuje, ak sa automobil pohybuje: vzduch s danou rýchlosťou ochladzuje motor lepšie ako vzduch, ktorý je voči motoru v pokoji. Mnoho automobilov pri nedostatočnom prirodzenom prúdení vzduchu vytvára pomocou vlastného ventilátora dodatočné prúdenie vzduchu, ktoré je nasmerované k motoru. Pokúsime sa experimentálne overiť, aký vplyv má prúdiaci vzduch na proces chladenia.

Pomôcky:

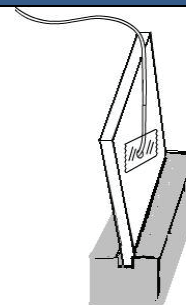
- dve hliníkové platničky (dĺžka strany \cong 15 cm, hrúbka \cong 3mm),
- dva senzory povrchovej teploty,
- nádoba s horúcou vodou (približne 90 °C),
- dve plastové vrecká,
- dve izolačné podložky (polystyrénové),
- viacrýchlostný ventilátor

Postup:

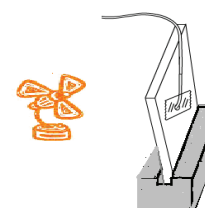
Pomocou pásky upevníme senzory povrchovej teploty na povrch hliníkových platničiek a senzory pripojíme k meraciemu systému. Postavme dva polystyrénové podstavce na dva stoly, nie veľmi blízko pri sebe. Hliníkové platničky osadíme do podložiek a pomocou ventilátora ofukujeme jednu z hliníkových platničiek z tej strany, kde nie je upevnený senzor povrchovej teploty. Druhú platničku necháme voľne chlaď.

Na začiatku obe platničky samostatne dobre zabalené v plastových vrecúškach, ponoríme do nádoby s horúcou vodou. Počkáme minimálne jednu minútu, kým teplota snímaná sensorom dosiahne teplotu vody a ustáli sa. Platničky vyberieme z vody, rýchlo z nich odstránime plastové vrecúška a platničky umiestnime do izolačných podstavcov podľa obrázka vpravo. Zapneme časové snímanie teploty oboch hliníkových platničiek, pričom na jednu z platničiek fúkame vzduch pomocou fénu. Druhú platničku necháme voľne chlaď.

Experiment môžeme zopakovať aj pri chladení vybranej platne pomocou ventilátora nastaveného na rôzne rýchlosti prúdenia vzduchu.



Platnička 1



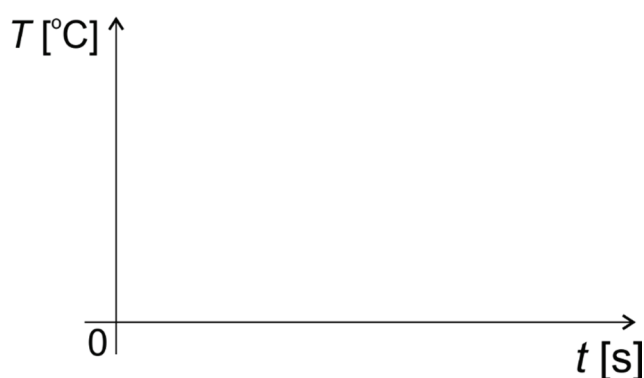
Platnička 2

Formulujte predpoklad, čo idete pomocou senzorov povrchovej teploty merať. Konkrétne formulujte, aký výsledok očakávate pri zázname teplôt na platničke 1 a platničke 2.

Vyjadrite sa k porovnaniu rýchlosti zmeny teplôt na oboch platničkách.

Môže rýchlosť prúdenia vzduchu z ventilátora spôsobiť zmenu výsledku získanú pri meraní časového priebehu teploty na platničke 2?

Realizujte experiment opísaný (vyššie). Do grafu závislosti teploty od času zapíšte získané výsledky a jasne označte, ktorej platni (1 alebo 2) patria zodpovedajúce priebehy. Označte aj grafy, ktoré boli získané pri rôznych rýchlostiach (vysoká, stredná, nízka) prúdenia vzduchu. Počas merania si zapíšte aj teplotu okolia T_e .



Boli vaše predpovede správne?

Určte, v ktorých častiach sa vaše predpovede zhodovali s výsledkami experimentov a v ktorých častiach nastali nezhody.

Ktoré fyzikálne veličiny, podľa vášho názoru, vplyvajú na získané experimentálne výsledky?

Svoju odpoveď doložte argumentmi, pričom zvlášť uveďte, čo sa deje pri prirodzenom chladení (platnička 1) a čo pri vynútenom chladení (platnička 2).

Podrobnejšia analýza:

Pomocou napasovania matematickej funkcie na experimentálne dáta závislosti teploty od času je možné získať analytické vyjadrenie závislosti teploty od času, ktoré opisuje proces chladenia. Tento postup preloženia nameraných experimentálnych dát vhodnou matematickou funkciou nazývame *fitovanie dát*.

Vhodné je tiež zobraziť graf závislosti rozdielu teplôt medzi teplotou snímanou senzorom povrchovej teploty a teplotou okolia T_e od času.

Predpokladáme pritom, že sa teplota okolia počas merania nemenila. Pri spracovaní dát vytvorte v tabuľke nameraných hodnôt nový stĺpec vyjadrujúci teplotný rozdiel $T - T_e$.

Vytvorený graf závislosť teplotného rozdielu $T - T_e$ od času fitujte funkciou

$$T - T_e = (T_0 - T_e)e^{-kt}$$

pričom hodnota teploty T_0 predstavuje teplotu zaznamenanú senzorom na začiatku merania v čase $t = 0$ s.

Odpovedá matematická funkcia, ktorou ste fitovali graf dátam získaným experimentálne?

Existujú nejaké dáta, ktoré nekorešpondujú s priebehom matematickej funkcie?

Diskutujte o získaných závislostiach pre prirodzené a vynútené chladenie.

Opíšte význam premenných veličín a parametrov T , T_0 , T_e , k , e , t v použitých funkciách, ktorými ste experimentálne dáta fitovali. Určte tie parametre, ktoré podľa vášho názoru charakterizujú proces chladenia.

Ďalším spôsobom ako reprezentovať získané experimentálne údaje, je zobrazenie grafu rýchlosti poklesu teploty $\Delta T/\Delta t$ ako funkcie teplotného rozdielu $T - T_e$, kde Δt predstavuje zvolený konštantný časový interval medzi dvomi za sebou nasledujúcimi teplotami s teplotným rozdielom ΔT , T predstavuje aktuálnu teplotu platničky a T_e teplotu okolia (ktorú platnička dosiahla v stave tepelnej rovnováhy). Vytvorený graf zobrazte do nasledujúceho obrázka. (Pri spracovaní údajov môžete využiť excelovský súbor s názvom: *rychlost_chladenia_analyza_udajov.xlsx*).



Myslíte si, že zobrazené experimentálne údaje možno fitovať lineárnou funkciou?

Ak áno, zapíšte matematický vzťah medzi $\Delta T/\Delta t$ a $T - T_e$.

Aký je fyzikálny význam parametrov lineárnej funkcie, ktorou ste fitovali graf závislosti $\Delta T/\Delta t$ od $T - T_e$? (napr. smernica závislosti, resp. hodnota, v ktorej graf pretne y-ovú os)

Nachádzate v grafoch oblasti, v ktorých experimentálne údaje lepšie korešpondujú s priebehom funkcie, ktorou ste dáta fitovali a v ktorých to tak nie je? Pokúste sa vysvetliť príčiny.

Vysvetlenie:

Lineárnu závislosť $\Delta T/\Delta t$ od $T-T_e$ môžeme matematicky zapísať:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = -k \cdot (T - T_e)$$

kde k je konštanta závislá od vlastností a tvaru chladeného telesa aj od charakteru chladenia (prirodzené, vynútené).

Vyššie uvedená rovnica je odpoveďa diferenciálnej rovnice:

$$\frac{dT}{dt} = -k \cdot (T - T_e)$$

ktorej riešenie má tvar:

$$T - T_e = (T_0 - T_e)e^{-kt}$$

Ide o matematickú funkciu, ktorá najlepšie fituje experimentálne údaje meranej závislosti $T-T_e$ od t .

Záver

Pre každú z aktivít, ktorú ste realizovali, sa pokúste zhrnúť, čo ste sa v jej priebehu naučili a svoje závery zdôvodnite.

Metodický list

Aktivita 4.2 Kto viac pociťuje efekt tepelného žiarenia?

Problém:

Nárast teploty telesa vystaveného priamemu snečnému žiareniu je pomerne známym javom. Čo sa stane pri ožiarení rovnakých telies líšiacich sa len farbou povrchu?

Vyučovacie ciele:

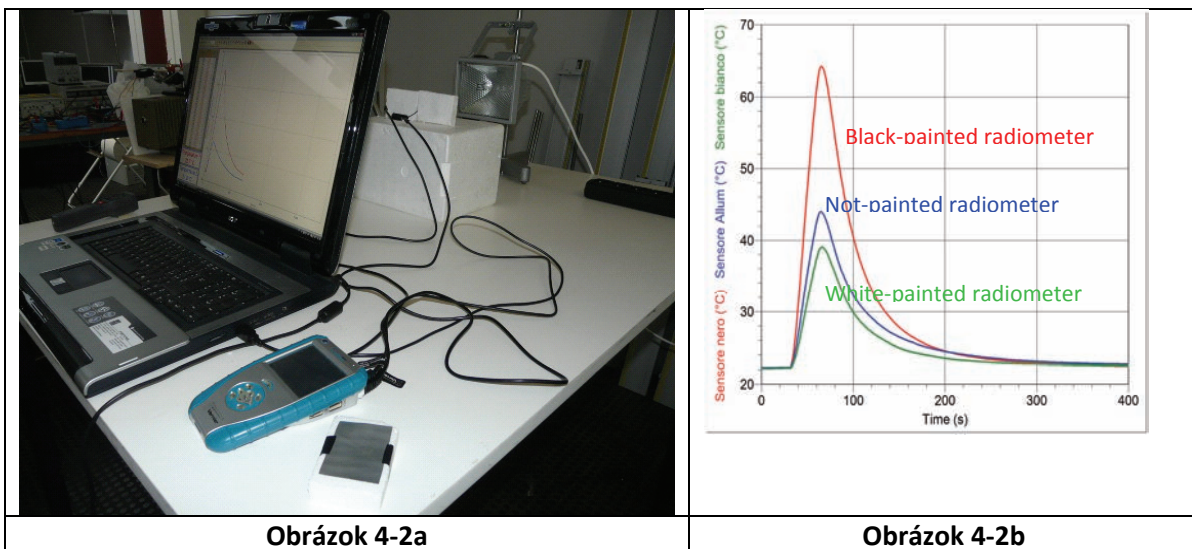
- Analyzovať rôzne aspekty absorpcie tepelného žiarenia telesami s rôznymi farbami povrchov.
- Použiť experimentálny dôkaz pri rozhodovaní sa o každodennom probléme.
- Navrhnuť a realizovať experimentálne skúmanie.

Pomôcky:

- materiály pripravené pre aktivitu 4.1 (halogénová lampa 400W, 3 senzory na meranie povrchovej teploty, svetelný filter)
- tri podomácky vyrobené rádiometre

Postup:

Najskôr je potrebné vyrobiť tri rádiometre vyrezaním troch rovnakých obdĺžnikových doštičiek z hliníkovej plechovky, pričom jeden natrieme čiernou farbou, druhý bielou farbou a tretí nenatrieme (aktivita 4.1). Tri podomácky vyrobené rádiometre nastavte smerom k halogénovej lampe a umiestnite ich do vzdialenosti 25 cm od zdroja svetla. Zapnite lampu a počas 30 sekúnd nechajte plynulo osvetľovať rádiometre, potom lampu vypnite a odstráňte z dosahu rádiometrov. Výsledky ukážu, že načierne natretý rádiometer dosiahne vyššiu teplotu, nabielo natretý rádiometer najnižšiu a nenatretý hliníkový rádiometer stredne vysokú teplotu (pozri obr. 4-2b). Žiaci vidia, že načierne natretý rádiometer je najviac citlivý na dopadajúce žiarenie, pretože je schopný prijať viac energie v porovnaní s nabielo alebo nenatretým rádiometrom, čo je ovplyvnené odrazom žiarenia.



Obrázok 4-2a **Obrázok 4-2b**

Možné otázky:

- Čo sa stane, ak dáme do cesty žiareniu filter?
- Čo spôsobuje neviditeľné žiarenie?

Poznámka:
Počas aktivity 4.1 a 4.2 možno diskutovať o podobnej situácii súvisiacej s pociťovaním tepla v blízkosti horúcich objektov. Možno tiež žiakov upozorniť nato, že infračervené žiarenie, t.j. neviditeľné tepelné žiarenie emitované horúcimi telesa, prenáša teplo oveľa rýchlejšie ako pri prenose tepla vedením alebo prúdením.

Pracovný list

Aktivita 4.2: Kto viac pociťuje efekt tepelného žiarenia?

Problém:
 Aké parametre by mal mať materiál, aby dokázal absorbovať viac tepelného žiarenia?

Pomôcky:
 podomácky vyrobené rádiometre (načierno natretý, nabiele natretý a nenatretý rádiometer), halogénová lampa, pravítko, stopky, filter viditeľného svetla

Postup:
Krok 1: Umiestnite tri rádiometre do rovnakej vodorovnej vzdialenosti (30 cm) od vypnutej halogénovej lampy so zvislo umiestnenými platňami centrovanými vzhľadom na lampu. Zapnite meranie povrchovej teploty platní rádiometrov 10 s pred zapnutím lampy a pokračujte v meraní počas 30 s svietenia lampy osvetľujúcej rádiometre. Vypnite lampu a premiestnite ju z dosahu rádiometrov. Pokračujte v meraní povrchovej teploty plôch rádiometrov, kým nedosiahne pôvodnú hodnotu.
Krok 2: Porovnajte výsledky získané použitím rozličných rádiometrov.

Otázky:
Otázka 1: Prečo povrchová teplota načierno natretej platne rádiometra narastá viac ako povrchová teplota nabiele natretej plochy rádiometra?

Otázka 2: Prečo povrchová teplota nabiele natretej platne rádiometra narastá menej ako povrchová teplota nenatretej plochy rádiometra?

Krok 3: Zopakujte experiment opísaný v kroku 1, ale pri tomto meraní úplne odfiltrujte viditeľnú zložku svetla produkovanú halogénovou lampou.

Otázka 3: Ak v žiarení lampy chýba viditeľné svetlo, ktorý z troch rádiometrov dosiahne najvyššiu povrchovú teplotu? Zdôvodnite svoju odpoveď.

Návrh na ďalší experiment:

1. Urobte rovnaký experiment, ako je opísaný v kroku 1, ale pri tomto meraní použite dva rádiometre s platňami z rovnakého materiálu (hliník) majúcich rovnako veľkú plochu ožarovanú viditeľným žiarením, ale rôznej hrúbky.

Otázka: Ktorý z dvoch rádiometrov vystavených rovnako dlho trvajúcemu ožiareniu viditeľným žiarením dosiahne vyššiu teplotu? Vysvetlite prečo.

2. Urobte rovnaký experiment, ako je opísaný v kroku 1, ale pri tomto meraní použite dva rádiometre s platňami rovnakej hrúbky, s rovnako veľkou plochou ožarovanou viditeľným žiarením, ale sú vyrobené z rôznych materiálov.

Otázka: Ktorý z dvoch rádiometrov vystavených rovnako dlho trvajúcemu ožiareniu viditeľným žiarením dosiahne vyššiu teplotu? Vysvetlite prečo.

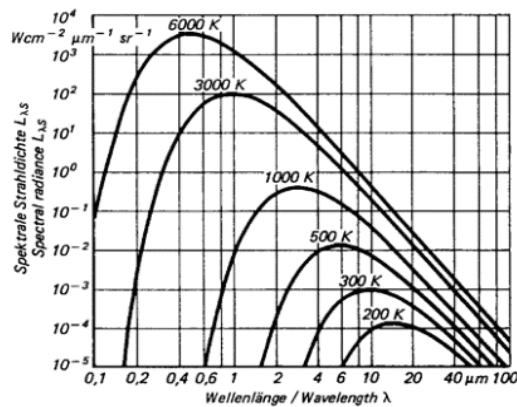
Napište zoznam parametrov, ktoré by mal mať podomácky zhotovený rádiometer, aby bol čo najefektívnejším detektorom tepelného žiarenia:

Metodický list

Aktivita 4.4: Infračervená termografia (otvorené bádanie)

Problém:

Teplota má dôležitú úlohu ako indikátor stavu nejakého výrobku alebo časti prístroja v procese výroby aj kontroly kvality. Presné monitorovanie teploty zvyšuje kvalitu výrobku a produktivitu jeho výroby. Infračervené technológie boli úspešne využívané v priemysle a výskume po desaťročia, ale inovácie v tejto oblasti priniesli oveľa rýchlejšie a presnejšie merania pomocou bezkontaktných infračervených senzorov. Dnes nie sú problémom merania, ktoré môžu byť častokrát nebezpečné, ak potrebujeme merať veľmi vysoké teploty (viac než 1300°C) fyzicky neprístupných objektov (kde klasické kontaktné teploměry nemožno použiť). Navyše pri použití bezkontaktných teplomerov nehrozí riziko kontaminácie ani žiadne mechanické poškodenia povrchu meraných telies.

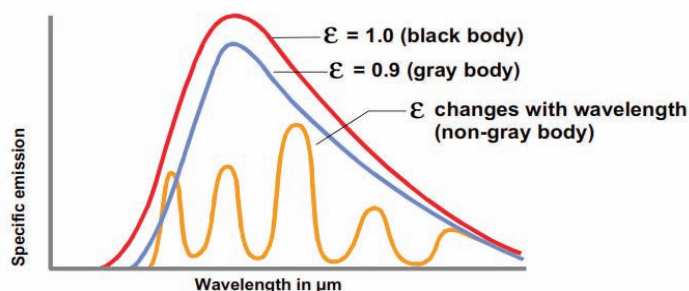


Každé skupenstvo látky s teplotou nad absolútnou nulou emituje infračervené žiarenie. Príčinou tohto žiarenia je mechanický pohyb molekúl v látke. Intenzita pohybu závisí od teploty telesa. Keďže s pohybom molekúl súvisí aj pohyb náboja, látka emituje elektromagnetické žiarenie. Spektrum tohto žiarenia je v rozsahu vlnových dĺžok od 0,7 do 1000 μm . Z tohto dôvodu nemôže byť uvedené žiarenie pozorované voľným okom. Charakteristické spektrum žiarenia telesa pri rôznych teplotách je zobrazené na obrázku vpravo.

S rastúcou teplotou sa maximum vyžiarenej energie posúva smerom ku kratším vlnovým dĺžkam, krivky žiarenia sa pritom navzájom neprekrývajú. Množstvo vyžiarenej energie v celom rozsahu vlnových dĺžok (obsah plochy pod krivkou) je priamo úmerné štvrtéj mocnine teploty telesa. Tento vzťah známy ako Stefan – Boltzmanov zákon bol objavený v r. 1879.

Naším cieľom je zhotoviť infračervený (IR) teplomer na meranie energie v čo najširšom rozsahu vlnových dĺžok žiarenia zdroja. Čím väčší rozdiel energie žiarenia dokážeme zaznamenať pri dvoch rôznych teplotách, tým zhotovíme presnejší IR teplomer.

Predchádzajúci obrázok znázorňuje žiarenie v prípade, ktorý nazývame žiarenie „absolútne čierneho telesa“. Mnohé telesá však vyžarujú pri danej teplote menej energie. Pomer medzi energiou vyžiarenou reálnym telesom a absolútne čiernym telesom nazývame emisivita ϵ , s maximom 1 (pre absolútne čierne teleso) a minimom 0 (pre ideálne zrkadlo). Telesá s emisivitou menšou ako 1 sa nazývajú sivé telesá. Ďalšou príčinou, prečo potrebujeme mať zariadenia pre rozličné rozsahy vlnových dĺžok, je existencia emisnej charakteristiky nie sivých telies (sklo, kovy, tenké vrstvy plastov).



Určovanie emisivity

Existujú rôzne metódy na určovanie emisivity telies. V tabuľkách nájdeme emisivity mnohých bežne používaných materiálov. Tabuľky emisív nám pomáhajú určiť správnu vlnovú dĺžku a vybrať vhodné meracie zariadenie. V prípade kovov sú tabuľkové hodnoty len orientačné, lebo znečistenie povrchu, oxidácia alebo poškriabanie môžu ovplyvňovať emisivitu podstatne viac ako pri iných materiáloch.

Emisivitu materiálov však môžeme určiť aj samostatne, použitím vhodných metód:

1. Zohrejme vzorku materiálu na známu teplotu, ktorú odmeriame presným kontaktným teplomerom (napr. termočlánkom). Odmerajme následne teplotu telesa IR teplomerom. Meníme emisivitu dovtedy, kým nedosiahneme zobrazovanú hodnotu teploty rovnakú, ako

ukazuje kontaktný teplomer. Uvedenú hodnotu emisivity budeme používať na ďalšie merania zdrojového materiálu.

2. Pri relatívne nízkej teplote (do 260 °C) prilepíme na teleso špeciálnu plastovú nálepku so známou emisivitou. Použitím IR teplomera určíme teplotu nálepky a zodpovedajúcu emisivitu. Následne odmeriame povrchovú teplotu telesa mimo nálepky. Meníme emisivitu, kým sa teplota telesa nezhoduje s teplotou odmeranou na nálepke. Získanú hodnotu emisivity budeme používať na ďalšie merania zdrojového materiálu.

Meranie teploty kovov

Emisivita kovov závisí od vlnovej dĺžky a teploty. Kovy sa zvyčajne vyznačujú leskom na povrchu, preto majú tendenciu k nižšej emisivite, ktorá spôsobuje rozdiely a nespoľahlivosť merania. Pri kovoch preto treba zvoliť merací prístroj, ktorý meria IR žiarenie pri danej vlnovej dĺžke a vo vymedzenom teplotnom rozsahu, pri ktorom majú kovy najvyššiu možnú emisivitu.

Meranie teploty plastov

Priestupnosť žiarenia v plastoch závisí od vlnovej dĺžky a hrúbky plastu. Tenké materiály sú preštrpanejšie ako hrubé. Na presné určenie teploty plastu potrebujeme zvoliť vlnovú dĺžku, pri ktorej je priestupnosť blízka nule. Niektoré plasty (polyetylén, polypropylén, nylon, polystyrén) nie sú priestupné pri 3,43 μm, zatiaľčo iné (polyester, polyuretán, teflon FEP, polyamid) www.uop-perg.unipa.it/establish/videoIR1_eng2.wmv pri 7,9 μm.

Meranie teploty skla

Ak meriame teplotu skla infračerveným teplomerom, musíme brať do úvahy aj odraz a priestupnosť žiarenia. Presným výberom vlnovej dĺžky možno spoľahlivo merať teplotu na povrchu, ale aj vnútri skla. Na meranie pod povrchom je vhodné použiť senzor s vlnovými dĺžkami 1,0; 2,2; alebo 3,9 μm. Na meranie teploty na povrchu odporúčame použiť senzor s vlnovou dĺžkou 5 μm.

Postup:

Toto je otvorené bádanie, žiaci formulujú vlastné výskumné problémy z nasledujúcich oblastí:

Aktivita 1: Porovnajete rôzne druhy teplomerov, vrátane infračervených teplomerov.

Aktivita 2: Zistíte použitie infračervenej termografie na stavebné aplikácie, znižovanie nákladov na kúrenie, nedeštruktívne testovanie súčiastok, vyhľadávanie stratených osôb a pod. Analyzujete infračervené obrázky a formulujete závery o ich tepelnom stave.

Pracovný list

Aktivita 4.4: Môžeme vidieť infračervené žiarenie?

Problém:

Všetky telesá s teplotou nad absolútnou nulou emitujú tepelné žiarenie. Čo je tepelné žiarenie? Tepelné žiarenie je žiarenie, ktoré je vyžarované telesami v dôsledku tepelného pohybu ich atómov a ktoré závisí od teploty telesa. Telesá s vysokou teplotou (nad 600 °C) emitujú viditeľné žiarenie. Pri nižších teplotách telesá nemôžu emitovať viditeľné svetlo, ale emitujú pre oko neviditeľné žiarenie nazývané infračervené žiarenie. Naším zrakom nemôžeme pozorovať infračervené žiarenie, použitím špeciálnych elektronických prístrojov to však je možné. Ktoré zariadenia môžeme používať na pozorovanie infračerveného žiarenia? Prečo môže byť dôležité pozorovať infračervené žiarenie?

Pomôcky:

počítač s webovou kamerou, televízor s infračerveným diaľkovým ovládaním

Postup:

Krok 1: Experiment začnite pozorovaním čela diaľkového IR (InfraRed, z angl. infračerveného) ovládača. Na čele ovládača môžete vidieť malú lampu (LED), ktorá musí byť nasmerovaná smerom k televízoru, ak chcete prepnúť na váš obľúbený kanál. Ak stlačíte niektoré z tlačidiel diaľkového ovládača, ovládač vyšle z LED lampy signál smerom k televízoru.

Otázka 1: Vidíte nejaké svetlo vychádzajúce z LED lampy ak stlačíte tlačidlo diaľkového ovládača?

Otázka 2: Môže infračervený signál z diaľkového ovládača prejsť okenným sklom? Overte priestupnosť infračerveného signálu cez rôzne materiály (priehľadná plastová fľaša, čierne plastové vrece a pod.).

Krok 2: Umiestnite diaľkový ovládač pred webovú kameru a stlačte tlačidlo na ovládači.

Otázka 3: Môžete pomocou webovej kamery pozorovať svetelný signál z LED lampy diaľkového ovládača?

Krok 3: Vypnite všetky zdroje viditeľného svetla (urobte čo najväčšie zatemnenie) a umiestnite diaľkový ovládač pred svoje oči.

Otázka 4: Vidíte nejaké svetlo?

Krok 4: Vypnite všetky zdroje viditeľného svetla (urobte čo najväčšie zatemnenie) a nasmerujte diaľkový ovládač smerom na knihu umiestnenú na stole.

Otázka 5: Vidíte knihu pomocou webovej kamery?

Diskutujte so spolužiakmi v pracovnej skupine o tom, čo ste pozorovali počas priebehu celého experimentu a zapíšte svoje komentáre k priebehu pozorovaní.

Skúmali sme zdroj neviditeľného infračerveného žiarenia z diaľkového ovládača. Každé teleso s teplotou nad absolútnou nulou emituje infračervené žiarenie. Existujú nejaké špeciálne zariadenia na pozorovanie infračerveného žiarenia pochádzajúceho z horúcich telies? Aké aplikácie súvisia s detekciou infračerveného žiarenia?

Pozrite si video na adrese: www.uop-perg.unipa.it/establish/videoIR1_eng2.wmv

Diskutujte so svojimi spolužiakmi v skupine, čo ste pozorovali vo videozázname.

Zapíšte svoje komentáre:

Otázka: Prečo webová kamera nemôže zachytiť infračervené vyžarovanie pochádzajúce z horúcich telies? Preskúmajte vlastnosti blízkeho a ďalekého infračerveného žiarenia.

ZÁVEREČNÁ DISKUSIA A FORMULÁCIA ZÁVEROV

Vráťme sa späť k počiatočnému problému: Ako navrhnuť nízkoenergetický dom?

Pre každú z realizovaných aktivít zhrňte, čo ste sa v rámci nej naučili, a opíšte postup, ako ste sa dostali k vašim získaným záverom.

Na základe získaných skúseností a vedomostí uveďte, ktoré prostriedky môžete použiť pri navrhovaní nízkoenergetického domu z hľadiska efektívnosti úspory energie.

Záver

Ako externí učitelia fyziky na gymnáziu spoločne s vami overujeme vytvorené metodiky a pracovné listy pre bádateľsky orientovanú výučbu fyziky. Našou snahou je navzájom prepojiť akademické vedomosti, skúsenosti zo spolupráce so zahraničnými partnermi, osobnú skúsenosť z praktickej výučby a podnety získané prostredníctvom rozsiahlych kontaktov s komunitou učiteľov fyziky. Veríme, že výberom aktivít sme u vás vzbudili záujem, a budeme radi, ak siahnete aj po mnohých ďalších námetoch na bádateľsky orientovanú výučbu fyziky, ktoré sú pre vás a vašich žiakov k dispozícii v slovenskom jazyku.

Radi uvítame vašu snahu o inováciu alebo tvorbu ďalších aktivít využívajúcich uvedený prístup. Pri tvorbe vlastných materiálov vám odporúčame dodržiavať štruktúru uvádzaných metodických listov, čím docielime prehľadnú orientáciu v metodikách, preukážeme systematický prístup a napomôžeme ich rozširovaniu medzi ďalších kolegov.

Ak budete potrebovať detailnejšie oboznámenie s BOV, radi vám umožníme Rozšírenieť si svoje vedomosti a zručnosti prostredníctvom kurzov kontinuálneho vzdelávania organizovaných Centrom celoživotného vzdelávania PF UPJŠ v Košiciach (<http://ccv.upjs.sk>).

Ak budete cítiť potrebu podeliť sa o svoje skúsenosti z výučby fyziky s využitím predstavených materiálov, radi sa o nich dozvieme mailom na adresách: marian.kires@upjs.sk, zuzana.jeskova@upjs.sk.

Postupne oslovujeme s myšlienkami BOV širšiu skupinu učiteľov, narastá tak rozsah dostupných materiálov, pribúdajú skúsenosti z výučby a zbierame podklady na hľadanie odpovedí na výskumné otázky. Budeme radi, ak sa zapojíte do diskusie a odovzdávania informácií o BOV prírodovedných predmetov v rámci on-line komunity učiteľov podporujúcich BOV:

<http://sails-project.eu/portal/cop/slovakia>

Literatúra

Sundberg, J. (1977). The acoustics of the singing voice, Sci. Am. 236, 82 (March 1977)
(<http://www.zainea.com/voices.htm>)

Moran, T. Application of sound spectrum analysis (2007), Phys. Teach. 45, 94, 2007

Klaus Fellbaum, Jorg Richer, (1999). Human speech production based on a linear predictive vocoder, ESCA/Socrate workshop on Method and Tool Innovations for Speech Science Education, dostupné na <http://www2.spsc.tugraz.at/add_material/courses/scl/vocoder/>

Sherwood, B., Chabay, R., W., A. A unified treatment of electrostatics and circuits, dostupné na <<http://matterandinteractions.org/Content/Articles/circuit.pdf>>

Helping Students Learn Physics Better, Preconceptions and Misconceptions, dostupné na <<http://phys.udallas.edu/C3P/Preconceptions.pdf>>

Haertl, H. (1982). The electric Circuit as a System: A New Approach Eur.J.Sci.Educ., 1982, vol.4, No.1, 45-55

Haertl, H.:Conceptual Learning of Circuit, dostupné na <http://www.astrophysik.uni-kiel.de/~hhaertel/CLOC_doc/CLOC_doc_uk/index.htm>

Engelhardt, P.,V., Beichner, R., J. (2007). Students understanding of direct current resistive electrical circuits , Am. J. Phys. 72, 2007, 98-115

Getty, J., C. (2009). Assessing Inquiry Learning in a Ciccuits/Electronics Course, Proceedings of the 39th ASEE/IEEE frontiers in Education Conference, October 18-21, 2009, San Antonio, TX, dostupné na <<http://fie2012.org/sites/fie2012.org/history/fie2009/papers/1028.pdf>>

Wenning, C., J. (2005) Levels of Inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. Journal of Physics Teacher Education Online, 2(3), 3-11

Coach 6 system, dostupné na <<http://cma-science.nl/english>>

Appel, K., Gastineau, J., Bakken, C., Vernier, D. Physics with Vernier, ISBN 978-1-929075-42-3
Meador, G., Inquiry Physics, A modified Learning Cycle Curriculum, Unit 5: Electrical Circuits, dostupné na <inquiryphysics.org>

The workshop Tutorials for Physics, available at <http://www.physics.usyd.edu.au/super/physics_tut/>

Koubek, V. , Lapitková, V., Demkanin, P. Fyzika pre 1. ročník gymnázií, združenie EDUCO, 2009, ISBN 978-80-89431-00-7

Demkanin, P., Šuhajová, Z. Fyzika pre 2. ročník gymnázií, združenie EDUCO, 2010, ISBN 978-80-89431-10-6

Vícha, V., Lustig, F. Laboratórní úlohy z elektřiny a magnetismu pro soupravu ISES, 2006, dostupné na <<http://www.ises.info/old-site/experim/labuloh/labuloh.html>>

Koubek, V. Súbtor experimentálnych úloh a modelov, dostupné na <http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~koubek/UT_html/Aktivity/Obsah.htm>

ISBN 978-80-8118-153-5



9 788081 181535