Environmentální aktivity

Téma: Slunce, zdroj energie

Sluneční záření představuje energetický zdroj naprosté většiny všech procesů v atmosféře a na zemském povrchu. Význam má zejména v biosféře, kde je základním předpokladem koloběhu a transformace energie.
Využití slunečního záření a jeho jednotlivých složek v přírodě může být dosti rozdílné. Například difúzní záření může být rostlinami využito v celém rozsahu, přímé a příliš intenzivní záření jim může škodit.
Záření kratších vlnových délek, i záření ultrafialové, má často destrukční účinky. Nicméně je téměř zcela pohlcováno atmosférou, v závislosti na její mocnosti, množství a typu v ní obsažených částic. Na zemský povrch ho proniká jen malá část, i ta některé formy života značně ohrožuje. Rostliny se proti nepříznivým vlivům všech forem záření brání (ochlupení, vosková vrstva). Infračervené záření představuje tepelné záření objektů, včetně atmosféry. Je důležité pro udržení pro život příznivého rozmezí teplot. Většina zářivých toků posléze „degraduje“ na záření tepelné, část energie je využita fotosyntézou , část uložena skupenskými změnami apod..
Rozdělení spektra slunečního záření
Ultrafialové záření (UV) vlnová délka 290 - 380 nm představuje podíl z celkového záření (0-4 %) závisí na vzdálenosti od zemského povrchu, směrem k vrchním vrstvám atmosféry jeho intenzita stoupá fotosyntetický i tepelný účinek je nevýznamný, naopak má významné účinky fotodestrukční
Viditelné záření vlnová délka 380 - 710 nm představuje podíl z celkového záření (21-46 %) má významný účinek při fotosyntéze.
Infračervené záření (sálání) – IR leží v oboru vlnových délek 710- 4 000 nm, podíl z celkového záření (50 - 79 %) je významné tam, kde vyzařování tepla hraje důležitou roli v energetické bilanci živočichů, zejména teplokrevných. Jeho suma je dána přímým vstupem do atmosféry se slunečním zářením a tepelným vyzařováním objektů, jež přijaly energii jiných vlnových délek. Dlouhovlnné záření tepelné záření je označení pro záření s vlnovou délkou nad 4 000 – do 100 000 nm.
Infračervené záření bude v centru naší pozornosti, tak tím budeme zabývat poněkud podrobněji.
Rozlišujeme

- Infračervené záření blízké (0.7 – 1.4 μm)
- Infračervené záření střední (1.4 – 3 μm)
- Infračervené záření vzdálené – tepelné (3 μm – 1mm)

Poznámka - pro infračervené záření existují dvě tzv. atmosférická okna:
3–5 μm – a 8–12 μm.
Stefan-Boltzmannův zákon říká, že úhrnná intenzita vyzařování z povrchu tzv. černého tělesa je funkcí čtvrté mocniny jeho teploty. V experimentech si řadu úkazů se slunečním zářením potvrdíme a v aktivitách vyzkoušíme.

Experimenty v měrném praktiku:

Experiment 1 Planckovo kvantum

Energie předávána při interakci záření s látkou má kvantový charakter, pro odhad a posouzení důsledků této interakce je důležité znát velikost tzv. Planckovy konstanty, která vystupuje v roli činitele ve všech energetických procesech na úrovni mikrosvěta.
Podle návodu úlohy LEP 5.1.05 Phywe „Určení Planckovy konstanty“ lze pomocí spektrální výbojky, filtrů a fotonky zjistit popsanou metodou velikost této důležité konstanty mikrosvěta.

Experiment 2 Stefan-Boltzmannův zákon

Podle úlohy LEP 3.5.01 „Stefanova-Boltzmannův zákon vyzařování“ sestavíme experiment. Úhrnné záření na jednotu plochy a času černého tělesa roste se čtvrtou mocninou absolutní teploty tělesa. Tuto skutečnost je důležité si uvědomit při odhadu velikosti zářivých toků mezi zemí a vesmírem i pro řadu zpětných vazeb na planetě.

Experiment 3 Fotovoltaický článek – sledování vlivu barvy dopadajícího záření na účinnost konverze

Pomocí elektronické stavebnice a zdrojem světla Phywe sestavíme experiment. Fotovoltaický (solární článek) je polovodičový prvek s jedním p-n přechodem, vytvořeným v malé hloubce pod předním povrchem, po připojení na svorky článku zjistíme, že absorpcí fotonů se článek stává zdrojem tzv. fotovoltaického napětí. Pomocí voltmetru a ampérmetru se měří napětí a proudy pro různé zátěže, rovněž proud do zkratu. Článek je osvětlován halogenovou žárovkou. Do světleného svazku se postupně vkládají barevné filtry. Před článek je třeba umístit tzv. IR cut filtr, který blokuje blízké infračervené záření žárovky. Porovnáním propustnosti filtrů a vyzařovacího spektra halogenové žárovky lze určit přibližný procentuální podíl vyzařované energie žárovky prošlé přes příslušný barevný filtr.

Aktivity:

Aktivita 1: Světlo a teplo
Použité metody a formy: demonstrační ukázky, diskuse
Časová náročnost: 10 minut
Prostředí výuky: venku, třída (je třeba nahradit slunce žárovkou)
Cíle aktivity: sluneční záření přináší světlo, UV a teplo

Postup: Vybereme si zkušební osobu, které zavážeme oči. Necháme ji, aby natáhla dlaň ruky do polohy, ve které na ni bude dopadat sluneční světlo. Zkušební osobu necháme vyčkávat a řekneme ji, aby říkala, co vnímá. Mezitím budeme listem alobalu zakrývat sluneční světlo dopadající na dlaň.
Pozorování: testovaná osoba ucítí teplo na dlani.

Vyhodnocení: Na dlani cítíme teplo pouze v místech dopadu slunečního světla. Vidíme, že světlo dopadající na naši dlaň nějak souvisí s přenosem energie. Světlo dopadající na povrch dlaně sebou jednak přináší záření, které nevidíme, ale cítíme, a pak se zčásti i ta složka záření, kterou vidíme, přeměňuje v teplo a tak ohřívá ruku.

Aktivita 2: Intenzita slunečního záření

Použité metody a formy: demonstrační ukázky, diskuse
Časová náročnost: 10 minut
Prostředí výuky: třída
Cíle a úvod aktivity: objasnit vliv sklonu plochy na množství zachyceného záření
Slunce přináší světlo a teplo, poloha slunce na obloze se v průběhu roku mění. V létě je v poledne vysoko na obloze, zatímco v zimě je v poledne nízko. Intenzita přímého slunečního záření je největší při dopadu na plochu kolmou k paprskům. Na úhlu dopadu slunečních paprsků závisí rozložení klimatických pásem a střídání ročních období.

Pomůcky: pastelky, papír
Postup: Na čistý papír budeme kreslit několika (asi deseti) pastelkami společně ve svazku. Nejprve zvolíme kolmý směr, na následující papír zvolíme šikmý směr pastelek (úhel 45°).
Pozorování: při kolmém držení pastelek bude námi vytvořená kresba zabírat na papíře menší plochu. Při šikmém směru držení stejného počtu pastelek bude kreslená plocha větší.

Vyhodnocení: Analogie pro solární kolektory: Pastelky nám představují celé spektrum dopadajícího slunečního světla. Pokud bude světlo dopadat kolmo na solární kolektor, stačí nám pro zachycení téhož množství energie menší plocha. Proto se solární kolektory montují pod určitým úhlem, který je v dané zeměpisné šířce optimální. Ideální by bylo, kdyby se úhel kolektorů mohl průběžně měnit.

Aktivita 3: Barva solárního ohřívače vody
Použité metody a formy: demonstrační ukázky, diskuse
Časová náročnost: 40 minut
Cíle aktivity: objasnit vliv barvy sběrné plochy na množství zachyceného záření, objasňuje se možnost slunečního světla vytápět.

Pomůcky: přípojka pro upevnění trubic ke kohoutu; odměrná nádoba, teploměr; 2 kusy barevných trubic (zahradní hadice) asi 1-2m, zátky, teploměr, pokud není sluneční světlo ní k dispozici, užijte 100W žárovku nebo infračervenou lampu.
Pohlcování slunečního záření závisí na barvě sběrné plochy, černá barva je pro absorbér ideální. Jiné barvy sběrné plochy světlo pohlcují jen částečně a částečně odrážejí.
Postup:
1. připojte černou trubku ke kohoutku a naplňte ji vodou. Nechte na ni působit světlo jednu minutu, dvě minuty a pět minut. Po každém intervalu vodu vypusťte do kádinky a změřte její teplotu.
2. opakujte pokus s trubkou jiné barvy
3. uspořádejte pozorované hodnoty do grafu závislosti teploty a času.
4. diskutujte nad výsledky získaného grafu

Vyhodnocení:
Uvědomte si, jakou teplotu vyžadujete pro ohřátí vody, aby se dala použít k osprchování?
Jak dlouho by to u každé trubky trvalo?
Jakou délku trubky byste si museli koupit, kdybyste potřebovali 20 litrů vody k osprchování?
Jak dlouho byste na ohřátí museli čekat?

Aktivita 4 Vaření se sluneční energií
Na mnoha místech světa se používají sporáky spotřebovávající elektrickou energii, dřevo, lehký topný olej nebo jiná vzácná paliva. V krajině se suchomilnou vegetací je velký nedostatek paliv, ale zato je k dispozici velký objem sluneční energie. Proto lidé žijící v této oblasti využívají
sluneční energii k vaření, protože to je levný a účinný způsob, jak vyřešit tuto lidskou potřebu.
Pomocí vhodného solárního vařiče můžete ohřát litr vody na teplotu varu za jednu hodinu.
Cíle: Porozumět, jak mohou alternativní technologie zlepšit životní styl lidí bez toho, že by bylo nutné ohrozit životní prostředí, manuální práce při vytváření užitečného nástroje.

Materiály: kartónová krabice, hliníková fólie (může to být kuchyňský alobal), skleněná tabule nebo deska čirého polykarbonátu, struna, samolepicí páska, teploměr.
Pomůcky: teploměry, miska, vařič lze zhotovit z dostupných materiálů (krabice, alobal, sklo), lze jej také zakoupit.

Postup:
1. Opatřete si kartónovou krabici o rozměrech asi 30x30x30 cm.
2. Vystelte vnitřek krabice hliníkovou fólií.
4. Na víko upevněte zevnitř další kus fólie nebo zrcadlo.
5. Upevněte páskou víko tak, abyste je mohli sklopit do různých poloh.
6. Položte čiré sklo/polykarbonátovou desku na otevřenou krabici a vařič umístěte na slunce.
7. Naklopte víko tak, aby se co nejvíce slunečního záření odráželo do vařiče.

8. Vložte dovnitř vařiče teploměry, tmavou misku s vodou a sledujte stoupání teploty vzduchu uvnitř a vody v misce.

Vyhodnocení:
Jak vysoko teplota stoupne za 5, 10, 15 minut? Jak lze zvýšit účinnost vařiče? Projednejte, jak byste mohli zkrátit čas na přípravu horké vody. Kolik stojí výroba takového solárního vařiče? Kolik by stálo, kdybyste museli vařit jídlo pro celou rodinu a použít k tomu dřevo?

Aktivita 5: Jak ochladit planetu … Albedo
Použité metody a formy: demonstrační ukázky, diskuse
Časová náročnost: 40 minut
Prostředí výuky: třída
Cíle aktivity: zavést pojem albedo, měření odrazivosti povrchu

Teplota na povrchu naší planety je výslednicí procesů, které vyrovnávají bilanci mezi energii,kterou Země dostává od Slunce, a energii, kterou sama planeta vyzařuje zpět do kosmu.
Albedo planety je název pro poměr mezi slunečním zářením odraženým planetou a slunečním zářením vstupujícím shora do atmosféry. Albedo povrchu slouží jako míra odrazivosti (pro všechny spektrální složky) záření od povrchu, obvykle se vyjadřuje procentuálně od 0 % do 100 %, čím větší albedo - odrazivost daný povrch má, tím méně sluneční energie přijímá, tím méně se prohřívá. Na základě měření pomocí satelitů a sond je průměrné albedo Země na 30%. Množství absorbovaného záření ovlivňuje lokální podmínky míst. Nepřirozenými hodnotami albeda se vyznačují městské oblasti,protože budovy absorbují záření obvykle více než přírodní krajina, města mívají albedo kolem 8-12%.
Albeda sněhu mohou být 90 % pro čerstvý hluboký sníh. Pokud sníh začne tát, vodní povrch je tmavá, tím se výrazně se sníží albedo – voda 8%, což vede k dalšímu tání (kladná zpětná vazba albeda ledu). Teplotní vlivy albeda jsou známé v chladných oblastech, jelikož zde padá více sněhu, ve skutečnosti jsou mnohem tyto účinky silnější v tropických oblastech, protože v tropech je celkově více slunečního světla. Když brazilští farmáři pokácejí tmavý tropický deštný prales a nahradí jej tmavšími poli, na nichž pěstují plodiny, průměrná roční teplota oblasti stoupne v průměru o 2 až 3°C.
Různé typy oblak mají různá albeda - mezi 1 % (tmavá oblaka) až 70 % (bílá oblaka). Uvádí se, že očekávaný nárůst teploty způsobený zvětšením skleníkového efektu, by se dal kompenzovat zastíněním bílými oblaky.

Pomůcky:
luxmetr, fotometr, teploměry, různobarevné rovinné vzorky
Ukázky hodnot albeda: asfalt 0,04 , jehličnatý les 0,10, listnaté stromy 0,16, půda 0,17, písek 0,40, beton 0,55, ledovec 0,65, sníh 0,80, lesklá kovová plocha 0,99

Postup:
Vezměte si luxmetr, držte přístroj ve výšce asi 20 cm kolmo nad povrchem vybraných rovinných ploch, nestiňte se, zapisujte hodnoty odraženého záření a hodnoty dopadajícího záření, z podílu určete velikost albeda.
Hodí se např. tmavý a bílý ručník.
Pokud máte možnost vyjít ven, pak je názorné vzít si dva „stejně vychlazené“ ručníky, rozprostřít je vedle sebe a pod ně vložit teploměry. Po 5 minutách na plném slunci bude patrný rozdíl v údajích teploměrů.
Diskuse: vliv bílých střech, zatravněných ploch, lesů, dálnic, barvy automobilů apod.

Aktivita 6: Sluneční kolektor a stratifikace vody v zásobníku

Použité metody a formy: montáž, případně jen demonstrační ukázky, diskuse
Časová náročnost: 45 minut
Prostředí výuky: venku, třída (je třeba nahradit slunce žárovkou)
Cíle aktivity: uvědomit si rozdíl mezi chováním teplé a studené vody, ukázat, že aplikace jednoduchého fyzikálního principu významně ovlivní komfort odběru teplé vody

Pomůcky: malý svépomocně udělaný solární kolektor, nádoba na ohřátou vodu, trychtýř, T-spojky, průchodky, těsnění, hadičky, lze také zakoupit jako stavebnici

Postup: Sestavíme aparaturu solárního kolektoru podobně jako na obrázku. Snažíme se zbavit vzduchových bublin, a tak výška ve které trychtýř udržujeme je nad horním okrajem sběrné nádoby (zásobníčku teplé vody). Důležité je také vhodné umístění trubičky k přívodní hadičce (3) do zásobníku. Systém solárního ohřevu se doplňuje zásobníkem, který slouží v ukládání přebytečné energie, teplá voda je pak k dispozici i když nesvítí slunce.

Způsob užití:
Přívodní trubička do sběrné nádoby (zásobníčku) slouží k tomu, aby zajistila dodání ohřáté vody do vrchní části nádoby. Pokud bychom přiváděli vodu ke dnu nádoby, ohřátá voda by stoupala (ohřátá voda má menší hustotu než voda chladná) a způsobila by promíchávání vody. Chceme, aby se voda ohřívala od vrchu nádoby, a tak byla právě ta nejteplejší vždy nachystaná pro odběr hadicí.
Rozdíl mezi vrstevnatým (stratifikovaným) a promíchaným zásobníkem z hlediska využitelné energie je patrný dotekem.
Výsledkem je samočinné rozvrstvení zásobníku, kde v horní části je teplota vyšší než ve spodní části. Stratifikační zásobníky umožňují dodávat teplo o požadované teplotě do okruhu spotřeby již během náběhu, což zvyšuje pokrytí potřeby tepla solární soustavou. Navíc spodní část zásobníku zůstává

chladná až do úplného nabití zásobníku, na vstupu do solárních kolektorů se udržuje během nabíjení zásobníku nízká teplota, což zaručuje vysokou účinnost.
Vyhodnocení:
Zkuste zakreslit jednoduché schéma přítoku vody do zásobníku
z kolektoru v případě, kdy slunce svítí silně a kdy je zataženo.

Aktivita 7: Záření ze slunce lze soustředit do malé plochy
Použité metody: pokusy, případně demonstrace, diskuse
Časová náročnost: 30 minut
Prostředí výuky: venku, třída (je třeba nahradit slunce žárovkou)
Cíle aktivity: uvědomit si princip koncentrace záření
Pomůcky: teploměr, vosk, odrazná fólie nebo kulové zrcadlo, spojná čočka

Záření lze čočkami a zrcadly soustředit do velmi malé plochy a tím získat účinný zdroj tepla. Spojitá čočka s ohniskovou vzdáleností 2,5 cm shromažďuje veškeré záření, které svou plochou zachytí do jediného místa. Má-li například použitá čočka povrch 300mm^2 zachytává na zaostřenou plochu 1mm^2 300-krát více energie. Odhadem lze říci, že v malé ploše v ohnisku je tolikrát více energie, kolikrát je větší plocha koncentrátoru.
Postup: Nechte teploměr přímo na slunci (světle žárovky), nyní umístěte čidlo teploměru do ohniska zrcátka vytvořeného prohnutím odrazné fólie, totéž opakujte (po ochlazení teploměru) se spojnou optickou čočkou. Podobné chování lze pozorovat s několika stejně velkými kousky vosku.

Vyhodnocení:
Koncentrátor zvyšuje v ohnisku teplotu, ačkoliv se celkový přísun energie nezvýšil, je účinek lokalizován, což vede ke zvýšení teploty v daném místě. Účinek závisí na velikosti povrchu koncentrátoru a jeho odrazivosti (propustnosti u čoček).
Zkuste přemýšlet, proč právě parabolická zrcadla patří mezi nejpoužívanější koncentrátory.

Aktivita 8: Vliv salinity na hustotu vody a viskozitu vody

Použité metody: pokus, případně demonstrace, diskuse
Časová náročnost: 30 minut
Prostředí výuky: místnost
Cíle aktivity: uvědomit si rozdíly mezi slanou a sladkou vodou, mít představu o salinitě různých vod

Pomůcky: nádoby, zkumavky, sůl, kapátko, barviva, odměrný válec, lžička, voda
Salinita označuje koncentraci minerálních látek ve vodě, obvykle v mořích, oceánech a ve velkých jezerech (např. Kaspické moře). Největší podíl mezi látkami rozpuštěnými ve vodě má obvykle chlorid sodný – sůl kamenná. Je-li salinita mořské vody 3,6 %, znamená to, že v každém litru je rozpuštěno 36 gramů soli. To je 220x více nežli u sladkých vod na pevnině.

Hustota vody závisí především na její teplotě a salinitě. Pokles teploty nebo růst salinity vede zároveň ke zvyšování hustoty vody (s výjimkou oblasti anomálie vody). Procesy, které způsobují změny v hustotě mořské vody, vedou k tomu, že daná voda buď vystupuje k povrchu, nebo klesá, což představuje hnací popud pro cirkulaci mezi hladinou a hloubkou.

Postup:
1. Připravte vodné roztoky chloridu sodného: 3,6% a 15%.
2. Označte zkumavky "sladká", "mořská" a "superslaná" voda.
3. Přidejte trošku modrého barviva do zkumavky se sladkou vodou, žlutého do oceánu a červeného do zkumavky "superslaná"
4. Naplňte zkumavky příslušnými roztoky a promíchejte.
5. Do odměrného válce odlijte trochu nejslanějšího roztoku.
6. Opláchněte kapátko.
7. Naplňte Odměrný válec dalším roztokem tentokrát opatrně, aby nedocházelo k promíchávání s předchozím.
8. Nakonec přidejte "sladkou" vodu. Opět velmi opatrně, aby se zabránilo smíchání.

Vyhodnocení: V experimentu vidíme, že roztoky mají různé hustoty podle koncentrace soli. Je zajímavé si všimnout, že objem vody se solí a vody bez soli se liší jen nepatrně.

Rozšiřující úkol
Úvodní informace: teorie tzv. solárního jezírka v roli akumulátoru
Jednoduchým akumulátorem tepla mohou být tzv. sluneční jezírka. Sluneční záření proniká vodou jen do malých hloubek. Nejvyšší teplotu mívá vrstva vody těsně u hladiny, směrem do hloubky teplota klesá. Voda o vyšší teplotě má menší hustotu a za normálních okolností stoupá v objemu vzhůru, cestou se ochlazuje a chladná se vrací dolů. Toto proudění-konvekce vyrovnává teplotu v objemu vody. Šikovným uspořádáním lze dosáhnout toho, že teplota vody u dna bude více než 70°C.

Sluneční slané jezírko je plytká vodní nádrž, jejíž tmavé dno vytváří rovinný kolektor využívající absorpci slunečního záření. Ve tomto jezírku je proudění vody, hnané teplotním rozdílem, ve střední vrstvě potlačeno vhodným spádem hustoty vody přidáním soli. Ve spodní vrstvě vody je koncentrace soli ještě větší a tak tento „slaný roztok“ zůstává u dna, přestože jeho teplota převyšuje teplotu vrstev nad ní.

Sluneční světlo dopadá do vody, přechod od sladké průhledné vody nahoře ke slané dole funguje trochu jako čočka a koncentruje světlo na tmavé dno. O to více se hustý slaný roztok na dně zahřívá. Ztráty tepla jsou střední vrstvou potlačeny, tak se dole ustálí poměrně vysoká teplota.
V jezírku lze rozeznat tři vrstvy vody. Horní vrstva je studená a má relativně malý obsah soli. Spodní vrstva vody má až 90°C a je velmi slaná. Pro oddělení těchto dvou vrstev je podstatný spád hustoty vody ve střední vrstvě, takový, aby se obsah soli ve vodě zvyšoval s hloubkou. Pak voda ve střední vrstvě nemůže stoupat, protože voda nad ní má menší obsah soli a je lehčí. Voda pod ní má vyšší obsah soli a je těžší. Udržíme-li stabilní hustotní spád, potlačíme proudění a střední vrstva tepelně zaizoluje spodní velmi slanou vodu.
Světlo prostoupí horními, méně slanými vrstvami a asi 30 % pohlcené energie se akumuluje v nejspodnější vrstvě, odkud je v případě potřeby odebíráno.

Největší sluneční bazén zřízený k vyhřívání městského plaveckého bazénu byl zřízen v Miamisburgu u Ohia (USA). Zaujímá plochu půl hektaru a v 12 milionech litrů vody má rozpuštěny dva tisíce tun soli.

Aktivita 9 Energetické sluneční slané jezírko

Použité metody: pokus, případně demonstrace, diskuse
Časová náročnost: 60 minut
Prostředí výuky: venku, třída (je třeba nahradit slunce žárovkou)
Cíle aktivity: pracovat s pojmy hustota, salinita, teplota, proudění
Pomůcky: teploměr, sůl, sklenice, vanička, potravinářská barva
Anotace: Jednoduchým akumulátorem tepla mohou být tzv. sluneční jezírka. Sluneční „jezírka“ existují i v přírodě a to v místech, kde se sladká voda vlévá do moře a profil salinity vody postupně ode dna nahoru klesá. Např.v Dunajské deltě, v Izraeli apod.

Postup:
Připravte si menší sklenici s tmavým dnem. Dále připravte v jiných nádobách vodní roztoky soli: nasycený (27g soli na 250ml vody), druhý méně např. 40 % (10g soli na 250ml vody), a čistou vodu. Opatrně vytvořte pomalu ve sklenici solný sloupec vody tak, aby dole byl nasycený roztok a nahoře čistá voda. Umístěte sklenici na slunce nebo pod silnější žárovku. Po několika minutách změřte teplotu na dně a na povrchu sklenice.

Vyhodnocení:
Využitím změny hustoty vody díky přidání soli se potlačilo proudění vody ve sklenici a u dna se akumulovala teplá voda.

Diskuse: Jaká technická opatření je třeba během provozu solárních jezírek průběžně provádět? (odp. doplňovat sladkou vodu na hladinu, udržovat hustotní spád – koncentrace soli má tendenci se difúzí vyrovnávat, odstraňovat krystaly soli apod.)

Téma: Obnovitelné zdroje a PEM články

V současné době se rozbíhají pilotní projekty tzv. hybridních elektráren, které by několika možnými způsoby díky vodíkovým technologiím umožnily spolehlivě zapojit zejména větrnou a sluneční energii nebo i bioplyn do stávajícího energetického „mixu“. Nicméně vodík se stal již dávno atraktivní komoditou. Důležitost sektoru velkovýroby energie z vodíku je spatřována v možnosti přispívání ke kolísavé výrobě elektrické energie z obnovitelných zdrojů dosahující takové velikosti, že dodávka a požadavky na elektrickou energii využívají pomoci uskladňovacích mechanismů vodíku. Vodík je ekologicky čistý.

Palivové články jsou vlastně elektrochemické generátory, článek přeměňuje přímo chemickou energii paliva a okysličovadla na elektřinu. Palivové články typu PEM se řadí do kategorie nízkoteplotních (do 200°C) článků. Vyznačující se dobrou dynamikou regulace výkonu, bezhlučným chodem či nízkými emisemi škodlivin. Nacházejí větší uplatnění u přenosných a
mobilních aplikací. Méně frekventované jsou u aplikací stacionárních. Díky nízké teplotě nejsou vhodné pro spolupráci například s kogeneračními jednotkami.

Stručné informace k principu, na kterém je založen PEM článek.
Palivový článek má dvě elektrody katodu a anodu. Termínem katoda označujeme elektrodu, na které se odehrává redukční reakce (nárůst záporného náboje chemických prvků a sloučenin) a termínem anoda označujeme elektrodu, na které probíhá oxidační reakce (nárůst kladného náboje chemických prvků a sloučenin). Při reakci v palivovém článku je katoda nabita kladně a anoda záporně. Při zpětné reakci, elektrolýze, je katoda elektricky záporná a anoda elektricky kladná. Elektrony protékají samovolně od elektricky záporného pólu k pólu elektricky kladnému.
Na anodě jsou vodíkové molekuly rozloženy na kladně nabité vodíkové ionty a volné elektrony. Vodíkové ionty jsou rozptýleny přes membránu (elektrolyt) na katodu. Na katodě tyto ionty reagují s kyslíkem a volnými elektrony, které prošly přes vnější zátěž a vykonaly práci, a vzniká voda. Při použití reverzibilního článku je při nabíjení přesně opačný princip. Je to vlastně elektrolýza vody. V palivovém článku zásobují palivový a oxidační plyn přímo anodu a katodu a to v tomto pořadí. Fyzická struktura palivového článku je tedy taková, že plyny protékají kanálky po obou stranách elektrolytu. Elektrolyt je základem pro rozdělení palivových článků na jednotlivé druhy. Různé elektrolyty vedou různé druhy iontů.

V ideálním případě by na elektrickém výstupu palivového článku bylo při jakémkoliv provozním proudu ideální stanovené napětí, tedy 1,18 V. Ve skutečnosti dosahují palivové články svého nejvyššího výstupního napětí při stavu naprázdno (bez zatížení). S rostoucím proudem procházejícím článkem napětí článku klesá. Tento jev je znám jako polarizace článku a je popsán polarizační křivkou. Polarizační křivka znázorňuje závislost napětí článku na jeho proudu. Velikost proudu je závislá na velikosti elektrické zátěže, která je připojená k palivovému článku.

Polarizační křivka ve své podstatě ukazuje elektrochemickou účinnost palivového článku při jeho zatížení příslušným provozním proudem, pokud budeme uvažovat, že účinnost je rovna podílu skutečného napětí článku k teoreticky stanovenému maximu napětí článku, tedy 1,18 V.
Elektrický výkon je výsledkem existence napětí a proudu v jednom obvodu $P = U \cdot I$. Protože polarizační křivka palivového článku vykazuje vztah mezi napětím a proudem článku za všech provozních stavů, můžeme ji použít pro sestrojení odpovídající výkonové křivky. Okamžitá hodnota výkonu článku je v jakémkoliv bodě křivky graficky charakterizována jako plocha obdélníku, jehož jeden roh se dotýká křivky a druhý je umístěn v počátku soustavy souřadnic.
Maximální výkon je u skutečného palivového článku dosahován při velikosti napětí mezi 0,5 a 0,6 V, což odpovídá relativně vysokému proudu 700 až 800 $mA \cdot cm^{-2}$. Nejvyšší hodnotu křivka dosáhne v okamžiku, kdy vnitřní rezistence článku je rovna elektrické rezistenci vnějšího obvodu. Protože účinnost článku klesá s narůstajícím napětím, musí dojít ke kompromisu mezi vysokým výkonem a vysokou účinností.

Experimenty v měrném praktiku:

Experiment 1 Charakteristika a účinnost palivového článku PEM a PEM elektrolyzéru
Užitné vlastnosti elektrolyzéru a palivového článku jsou zkoumány pomocí zařízení Phywe. Zaznamenáváním volt-ampérové charakteristiky článku je možné určit polarizační napětí. Celé sestavení experimentu je popsáno a znázorněno v návodu Phywe LEP 4.1.11.

Aktivity

Aktivita 1
Použité metody: případně demonstrace, diskuse
Časová náročnost: 30 minut
Prostředí výuky: třída
Cíle aktivity: uvědomit si princip akumulace, vyrobit vodík
Pomůcky: PEM článek, zdroj nebo solární panel,injekční stříkačka, hadička voltmetr a ampérmetr, rezistor, špejle, zápalky

Postup
Zkontrolujte zda jsou zásobníky naplněny destilovanou vodou až po okraj. Nastavte napájecí zdroj nebo solární panel na hodnotu 1,5V, 200mA a připojte jej k palivovému článku. Palivový článek nabíjejte určitou dobu, kterou zaznamenejte. Z plynového zásobníku odeberte trochu vodíku. Zdálky opatrně zapalte. Zapište pozorování.

Aktivita 2

Do obvodu se zdrojem a elektrolyzérem připojíme ampérmetr a voltmetr tak, abychom mohli měřit napětí na elektrolyzéru a proud, který obvodem protéká.

Měříme závislost proudu na napětí v rozsahu 1V–2V. Při zvyšování napětí nejprve elektrolyzérem proud neprotéká. Teprve až po dosažení hodnoty tzv.

rozkladného napětí, začne elektrolytický rozklad molekul vody a elektrolyzérem protéká proud. Současně pozorujeme unikání plynů do zásobníků. Nad rozkladným napětím roste proud v závislosti na napětí přibližně lineárně. Zakreslíme graf. Hodnotu rozkladného napětí určíme jako průnik prodloužené lineární závislosti s osou napětí.

Téma: Ultrazvuk

Ultrazvukové metody čištění nacházejí dnes široké uplatnění v průmyslu např. při čištění a odmašťování po třískovém obrábění, před následujícími povrchovými úpravami. Zde je možné aplikovat moderní čisticí prostředky na bázi vodních roztoků, které se dají ekologicky likvidovat po jejich použití. Metody slouží jako náhrada za již nevyhovující chlorované uhlovodíky, které poškozovaly životní prostředí.
Ultrazvukem v průmyslu je možné čistit složité tvarové formy před jejich uskladněním. Ultrazvukové čištění se z úspěchem dále používá v různých servisních střediscích, zdravotnictví, optických aplikacích, zubní ordinacích pro zvýšení účinnosti při čištění a následné desinfekci nástrojů a pomůcek.
Je to velmi efektivní metoda čištění tvarově složitých forem (tvary, kanálky, ultrazvuk čistí i " za rohem " ...)
V našem experimentu užijeme měřící aparaturu,ve které se ultrazvuk šíří v kapalném prostředím. Rychlost šíření ultrazvukového vlnění v čistých kapalinách závisí na tlaku a hustotě prostředí. Ve většině případů nekladou kapaliny žádný odpor smykovému namáhání, proto se v nich šíří pouze podélné vlny. Výjimku tvoří jen skutečně velmi viskózní kapaliny.
V našich experimentech zvukové vlny v kapalině vyvoláváme ultrazvukovým generátorem a jsou detekovány piezoelektrickým ultrazvukovým přijímačem. Signály z vysílače a přijímače sledujeme pomocí osciloskopu. Signály z generátoru ultrazvuku a přijímače ultrazvuku zaznamenáváme pomocí osciloskopu.

Experimenty v měrném praktiku:

Experiment 1 vychází z návodu Phywe LEP 1.5.11 „Rychlost ultrazvuku v kapalinách“. Snímá se ultrazvukové echo v měřené kapalině. Cílem je ověřit velikost fázové a grupové rychlosti vlnění v kapalinách.
Etanol (25°C) 1207 m/s, voda destilovaná (20°C) 1481 m/s, voda destilovaná (25°C) 1497 m/s voda slaná (20°C) 1500 m/s.

Aktivity

Aktivita 1: Sonar - simulace průzkumu mořské dna
Použité metody: případně demonstrace, diskuse
Časová náročnost: 30 minut
Prostředí výuky: třída
Cíle aktivity: užití sonaru

Pomůcky: hlubší nádoba, ultrazvukový měnič, detektor ultrazvuku

Necháme ultrazvuk dopadat na dno hluboké nádrže a snímáme odražený. Na základě časového intervalu, který uplyne mezi vysláním signálu v čase jeho přijetím v čase a známévelikosti rychlosti v šíření ultrazvuku ve vodě lze určit vzdálenost l, kterou ultrazvuk urazil, čili hloubku nádrže.

Aktivita 2: Ultrazvuk – jako užitečný pomocník
Použité metody: případně demonstrace, diskuse
Časová náročnost: 30 minut
Prostředí výuky: třída
Cíle aktivity: užití ultrazvuku
Pomůcky: ultrazvukový měnič, detektor ultrazvuku, sycený nápoj, máslo, mléko, voda, vejce, brýle, gel
Postup:
V této aktivitě ukážeme možná využití vibrací způsobených šířením ultrazvuku v kapalině, například k vypuzování plynů z kapalin (vypuzení oxidu uhličitého z kofoly), k vytváření emulzí (rozmíchání tuk ve vodě, vaječné majonéze), k čistění drobných součástek a čoček brýlí.

Téma: Viskozita a tekutost

Viskozita je vědecký termín, který souvisí s konzistencí kapaliny. Tekutiny jsou považovány za velmi viskózní, jestliže vykazují velké vnitřní tření při pohybu mezi jejich částicemi. Viskozita je mírou tření v proudící tekutině, chápeme ji jako míru odporu při posouvání rovnoběžných vrstev kapaliny - vnitřní tření mezi těmito vrstvami. Viskozita je měřítkem tekutosti kapalin, projeví se při pohybu v kapalině i při pohybu kapaliny samotné.

Ekologické souvislosti toho, zda kapalina má nízkou či vysokou viskozitu souvisí se způsobem použití kapaliny, nejčastěji jako maziva v pohyblivých částech strojů či jako oběhové kapaliny pro přenos tepla apod. U strojů je potřeba dostatečná viskozita maziva a přiměřená teplotní závislost kapaliny pro udržení patřičné vrstvy oleje, ale na druhé straně nepříliš vysoká. Např. viskozitní označení např. 5W-30, umožňuje rozpoznat kvalitu olejů. První, tzv. „zimní“ číslo, čím je menší, tím má olej lepší nízkoteplotní vlastnosti. Olej se po nastartování dostane daleko rychleji tam, kde má být. Má tedy rychlý náběh mazání, čímž se sníží opotřebení motoru. Nižší viskozita oleje zajistí i menší spotřebu paliva. Tím také zvyšujeme výkon motoru. Druhé číslo charakterizuje olej za vyšších teplot. Dnes i velmi tenká mazací vrstva syntetického oleje dokáže motor dokonale chránit. Jak při nízkých teplotách, tak i za teplot vysokých vnitřní tření kapaliny spotřebovává energii paliva. Pokud bude míra vnitřního tření, tzn. viskozita, minimální nedojde k takovým ztrátám energie.

Ideální teplonosná kapalina má nízkou viskozitu, nezatěžuje životní prostředí a je termicky dlouhodobě stálá, aby při vyšších teplotách i nižších nedocházelo k nepříznivým jevům třeba degradaci složek kapalné směsi.

Experimenty v měrném praktiku:

Experiment 1 vychází návodu úlohy Phywe LEP 1.4.04 Viskozimetrie, v níž se rotační viskozimetr používá k určení viskozity olejů i nenewtonovských kapalin. Přímo měřitelnými veličinami u rotačních viskozimetrů je úhlová rychlost, příp. počet otáček za čas ustáleného pohybu jednoho z válců a dále údaje o odporu kapaliny proti smykovému namáhání v důsledku vzniku gradientu rychlosti. Tento odpor se projevuje jako kroutící moment, kterým se jeden z válců přístroje brání proti pohybu přenášeného kapalinou z druhého válce. Užijte zařízení Phywe podle přiloženého návodu.

Aktivity:

Aktivita č. 1
Použité metody: samostatná práce, diskuse
Časová náročnost: 20 minut
Prostředí výuky: třída
Pomůcky: dva typy olejů, kečup, med, voda, odměrné válce,hodinky

Postup: Vyplňte dva průhledné odměrné válce stejným objemem dvou různě viskózních kapalin. Pozorujte pád kuličky v obou kapalinách. Zaznamenejte, jak dlouho to trvá každé z kuliček, než dosáhne na dno válce. Tekutina, v níž se pohybuje kulička pomaleji, je více viskózní.

Aktivita č. 2
Použité metody: samostatná práce, příp. demonstrace, diskuse
Časová náročnost: 15 minut
Prostředí výuky: třída
Pomůcky: dva typy olejů, voda odměrné válce, birety, hodinky

Postup: Naplňte dvě birety stejným objemem dvou různě viskózních kapalin, zároveň nechte vytékat obě kapaliny plným proudem, po krátké době (10 sekund) výtok zastavte. Kapalina, která ztratila více objemu je méně viskózní. Podobně pozorujte výtok kapaliny otvorem, například ve stěně dna polystyrénového šálku na nápoje.

Aktivita č. 3
Použité metody: samostatná práce, diskuse

Časová náročnost: 20 minut
Prostředí výuky: třída
Pomůcky: dva typy olejů, kečup, med, voda, kapátko, hodinky

Postup: Nechte stékat kapky obou zkoumaných kapalin po svislé hladké desce, naznačte horizontální startovní a konečné čáry, sledujte dobu nutnou k překonání této vzdálenosti pro obě kapaliny.

Téma: Měření spalin

Kvalita ovzduší je důležitou součástí životního prostředí, která ovlivňuje zdraví lidí, proto je důležité jí věnovat náležitou pozornost. V rozvojovém světě se v domácnostech obvykle vaří na otevřeném ohništi, kde se spaluje palivové dříví. Tzv. „černé kuchyně“, kde ženy tráví při vaření několik hodin denně, většinou nemají komín ani okna. Podle Světové zdravotnické organizace ve světě každý rok zemře 1,5 milionu lidí na následky chorob způsobených vdechováním kouře z biomasy. Ve městech rozvinutého světa (včetně ČR) bývá často využito centrální vytápění domácností se zdrojem tepla v blízké teplárně, kde je možné zajistit účinné spalování paliva za vysokých teplot. I vesnice mohou mít vlastní centrální spalovnu s kotlem na biomasu a rozvody tepla do rodinných domů (např. Hostětín). Kvalitu ovzduší na vesnicích zhoršují hlavně exhalace z komínů rodinných domů. Špatné rozptylové podmínky nastávají v případě atmosférické inverze. Situaci lze zlepšovat výměnou starých kamen za moderní a účinnější zařízení a volbou vhodného paliva. Ve městech je kvalita ovzduší silně ovlivněna výfukovými plyny z automobilové dopravy. Složení výfukových plynů závisí na druhu paliva a účinnosti spalovacího procesu ve spalovacím motoru automobilu.

Experimenty v měrném praktiku:

V environmentální laboratoři studenti učitelství provádějí měření s využitím analyzátoru spalin HORIBA PG-250C, který umožňuje měřit koncentrace pěti složek spalin: NOx, SO2, CO, CO2, O2. Byly připraveny 2 úlohy, jejichž zadání a pracovní postup mají studenti k dispozici na internetové stránce projektu FRVŠ „Zřízení laboratoře pro integrovanou environmentální výuku“. První úloha je zaměřena na měření složení výfukových plynů automobilu a 2. úloha je měření složení dřevoplynu.

Aktivity:

Aktivita č. 1

Ve školní dílně mohou žáci ZŠ vyrobit jednoduchá dřevoplynová kamna z plechovek podle návodu dostupného zde: <http://goo.gl/gDr3s>

Aktivita č. 2

V dřevoplynových kamnech probíhá pyrolýza, při níž se z biomasy uvolňuje dřevoplyn, který je pak spalován. Struktura původní biomasy však zůstane zachována ve formě uhlu. Žáci tak mohou připravit vzorky zuhelnatělých skořápek, šišek apod., jež jsou snadno rozpoznatelné. Tuto aktivitu si připravili žáci ZŠ pro festival GLOBE Games 2010 jako úkol pro veřejnost. Návštěvníci měli přiřadit správný popis původní biomasy ke vzorkům uhlu. Fotografie z akce jsou zde: http://goo.gl/HNAvv