

Úloha č. 5

Účinnost ohřevu

Úkoly měření:

1. Zvolené množství vody ohřejte na teplotu varu na klasickém elektrickém vaříči, indukčním vaříči, v rychlovarné konvici a mikrovlnné troubě.
2. Při ohřevu měřte wattmetrem množství spotřebované elektrické energie.
3. Spočítejte účinnost jednotlivých metod.

Použité přístroje a pomůcky:

1. Elektrický vaříč, indukční vaříč, rychlovarná konvice a mikrovlnná trouba.
2. Wattmetr s měřením spotřebované energie.

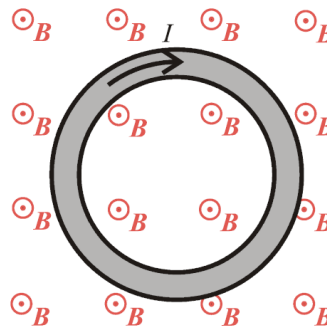
Základní pojmy, teoretický úvod:

Elektrický vaříč

Základem klasického elektrického vaříče je odporový drát, který je připojen do elektrické sítě. Drátem teče podle Ohmova zákona proud ($I = U/R$) a elektrická energie se mění na teplo. Horký drát zahřívá plotnu vaříče, od té se ohřívá dno hrnce a z hrnce se přenáší teplo na obsah hrnce.

Indukční vaříč

Vložme vodivý prstenec o malém odporu R do kolmého homogenního magnetického pole (Obr. 1). Předpokládejme, že se velikost vektoru magnetické indukce v čase zvětšuje, to znamená, že se mění i magnetický indukční tok deskou.



Obr.1: Vznik vířivých proudů.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

V prstenci se indukuje elektromotorické napětí ε podle Faradayova zákona elektromagnetické indukce ($\varepsilon = -d\Phi/dt$) a prstencem teče proud $I = \varepsilon/R$ a energie se přemění na teplo,

$$P = \varepsilon \cdot I = \varepsilon^2/R. \quad (1)$$

To znamená, že prstencem vložený do proměnného magnetického pole se bude zahřívat. Pokud do magnetického pole vložíme vodivý disk, můžeme si ho představit jako složený ze soustředných prstenců a bude se zahřívat i tento disk.

Proudům tekoucím ve vodiči nacházejícím se v proměnném magnetickém poli říkáme vířivé proudy.

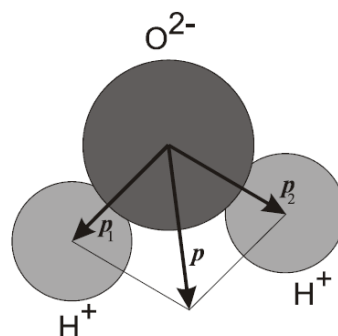
Indukční vaříč je založen na výše uvedeném principu. Pod sklokeramickou deskou je umístěna cívka kterou teče střídavý proud a která vytváří proměnné magnetické pole. Sklokeramická deska sama je nevodivá, magnetické pole jí prochází a vstupuje do vodivého dna hrnce. Dno hrnce se zahřívá a od něho se zahřívá i připravovaný pokrm. Výhodou tohoto uspořádání proti klasickému ohřevu odporovou spirálou je přímočarost přenosu energie. Při indukčním ohřevu teplo vzniká přímo ve dně hrnce, ohřívání je rychlejší a úspornější. Přiložíme-li na sklokeramickou desku ruku, nezahřeje se, protože vodivost ruky je mnohem menší než vodivost kovu a tedy i energie, která se v ruce přemění na teplo je zanedbatelná.

Rychlovarná konvice

Rychlovarná konvice pracuje na stejném principu jako elektrický vaříč. Pouze u ní odpadají problémy přenosu tepla mezi plotnou a dnem hrnce.

Mikrovlnná trouba

Princip mikrovlnné trouby bude vysvětlen na molekule vody a jejím dipólovým momentu (Obr. 2).



Obr. 2: Dipólový moment molekuly vody.

Vazba O-H je polární. Kyslík v této vazbě nese záporný náboj, vodík kladný náboj. Úhel mezi vazbami O-H je 104° a molekula vody tedy vykazuje dipólový moment. V elektrickém poli působí na dipól moment sil, který se jím pokouší otáčet. Jsou-li dipóly vloženy do proměnného elektrického pole, například pole mikrovln v mikrovlnné troubě, kde dochází ke změně polarity s frekvencí 2450 MHz, tzn. 2,45 miliardkrát za sekundu, polární molekuly se

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky

otáčí ve směru pole, rozkmitají se a to vede k zahřátí látky. Na druhé straně je energie mikrovln malá, aby dokázaly narušovat atomové vazby. Frekvence elektrického pole 2450 MHz je zvolena tak, aby byla blízká rezonanční frekvenci molekul vody a rozkmitání bylo co největší. Protože tuky a cukry vykazují také dipólový moment, je do jisté míry možné ohřát i je. Jejich dipólový moment je ale menší než u vody a také frekvence není vyladěna na jejich kmity, proto není jejich zahřívání tak výrazné. Elektrické pole proniká do objemu potravin a k ohřívání dochází v celém objemu. Intenzita pole uvnitř vodiče je nulová. Je-li tedy potravin v mikrovlnné troubě v kovové nádobě, elektrické pole nepronikne do nádoby a potravin se nezahřeje. Proto se v mikrovlnné troubě nesmí používat elektricky vodivé nádoby. Mikrovlnná trouba tedy přenáší energii přímo na molekuly vody obsažené v potravine.

Tepelná kapacita

Když předáme energii systému a nedojde ke změně potenciální ani kinetické energie systému, vzroste obvykle teplota tohoto systému (výjimku v tomto tvrzení tvoří systémy, procházející tzv. fázovou změnou). Pokud bychom studovali, kolik energie potřebuje látka, aby se její teplota zvýšila o jeden stupeň celsia, zjistili bychom, že je toto množství energie pro každou látku jiné. Například množství energie nutné pro zvýšení teploty 1kg vody o 1°C je 4186 J, ale množství energie potřebné na zvýšení teploty 1kg mědi o 1°C je jen 387 J. Pro definování této materiálové vlastnosti se používá veličina **tepelná kapacita** K , která představuje množství tepla Q předaného látce při ohřátí o 1°C:

$$Q = K \cdot \Delta T \quad (2)$$

Tepelná kapacita vztažená na jednotku hmotnosti se nazývá **měrná tepelná kapacita** c , její hodnoty pro různé látky jsou uváděny ve fyzikálních tabulkách a vyjádříme ji vztahem:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

Tento vztah tedy určuje množství tepla Q potřebného pro ohřátí m kilogramů látky s měrnou tepelnou kapacitou c o teplotu ΔT .

Výkon, příkon

Výkon je skalární fyzikální veličina, která vyjadřuje množství práce vykonané W za jednotku času t . Jeho základní jednotkou je v soustavě SI watt (značka: W).

Příkon je fyzikální veličina, která vyjadřuje množství energie spotřebované za jednotku času. Značí se stejně jako výkon písmenem P , jeho základní jednotkou je stejně jako pro výkon watt.

$$P = \frac{W}{t} \quad (4)$$

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem
a státním rozpočtem České republiky



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Účinnost

Účinnost η je fyzikální veličina, která udává poměr mezi výkonem a příkonem stroje při vykonávání práce. V našem případě je lepší definovat účinnost jako podíl využité energie (v našem případě tepla spotřebovaného na ohřátí vody Q) k vložené energii W :

$$\eta = \frac{Q}{W}. \quad (5)$$

Výsledkem je číslo menší než 1, a proto se často uvádí v procentech.

Postupy měření a pokyny k úloze:

1. Zvolte objem vody, se kterým budete pracovat. Rozumné množství je v desetinách litru. Množství by se nemělo při různých metodách výrazně lišit, protože pak by měření byla špatně srovnatelná.
2. Zjistěte hmotnost vody při každém experimentu.
3. Změřte při každém experimentu počáteční teplotu vody.
4. Podívejte se na štítek spotřebiče ohřívajícího vodu a zapište si jeho příkon.
5. Připojte spotřebič k wattmetru nastavte režim měření celkové spotřeby a vynulujte ho.
6. Ohřejte vodu až do varu. Při začátku varu odečtěte celkovou spotřebu energie.
7. Zapište si celkovou dobu ohřevu.
8. Při ohřívání na klasickém vařiči změřte teplotu varu.
9. Vypočítejte pro každý experiment z měrné tepelné kapacity, hmotnosti a rozdílu teplot množství tepla potřebné k ohřátí vody.
10. Pro každý experiment spočítejte účinnost a srovnajte hodnoty do tabulky.

Poznámka: Měrná tepelná kapacita vody je $4\,186 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$