

PROTOKOL O LABORATORNÍ PRÁCI Z FYZIKY		
Téma úlohy: Účinnost různých způsobů ohřevu vody		
Pracoval: Třída: Datum:	Teplota: Tlak: Vlhkost vzduchu:	Hodnocení:
Spolupracovali:		

Téma:

Účinnost různých způsobů ohřevu vody

Na konci 18. století stál anglický vynálezce **James Watt** před problémem, jak svým zákazníkům připodobnit výkon jim vyráběných parních strojů k výkonu tehdy běžně využívaných pracovních zvířat. Podle zkušeností s poníky pracujícími v jednom dole odhadoval, že poník zapřažený do žentouru vyzdvihne 22 000 stopliber za minutu (1 stopa = 30,48 cm, 1 britská libra = 0,454 kg). Výkon koně odhadoval o ½ větší, tzn. **koňská síla** byla rovna výkonu 33 000 stopliber za minutu. James Watt tedy stanovil následující definici:



Obrázek 1: Žentour (převod koňské síly na točivý moment na řemenici).

Jedna koňská síla je rovna výkonu, který podává soustavně pracující kůň, který zapřažený v žentouru zdvihá náklad 180 liber a ujde při tom za hodinu 144 koleček o poloměru 12 stop (1 mechanická koňská síla = 745,7 W).

Základem **klasického elektrického vaříče** je odporový drát, který je připojen do elektrické sítě. Drátem podle Ohmova zákona protéká elektrický proud 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 ohřev využívá elektromagnetické indukce a vzniku vířivých proudů v dnu hrnce. Pod sklokeramickou deskou je umístěna cívka, kterou teče střídavý proud a která vytváří proměnné magnetické pole. Magnetické pole prochází nevodivou sklokeramickou deskou do vodivého dna hrnce, kde se vytváří vířivé proudy na základě Faradayova zákona elektromagnetické indukce, a energie se přeměňuje na teplo. Při indukčním ohřevu teplo vzniká přímo ve dně hrnce a nedochází k ohřevu prostřednictvím rozpálené plotny, jako je to u klasického elektrického vaříče.

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

V **mikrovlnné troubě** dochází k rozkmitání polárních molekul vody prostřednictvím proměnného elektrického pole a to vede k zahřátí látky. Frekvence elektrického pole 2 450 MHz je zvolena tak, aby byla blízká rezonanční frekvenci molekul vody a rozkmitání bylo co největší. Na druhé straně je energie mikrovln malá, aby nenarušovala atomové vazby. Elektrické pole proniká do objemu potravin a k ohřívání dochází v celém objemu. Intenzita pole uvnitř vodiče je nulová. Je-li tedy potravina v mikrovlnné troubě v kovové nádobě, elektrické pole nepronikne do nádoby a potravina se nezažřeje (dochází k tvorbě vířivých proudů v kovech).

V **plynovém vaříči** využíváme k ohřevu teplo, které vzniká spalováním zemního plynu (propan-butan). Energií, která se uvolní při spálení 1 kg paliva, udává výhřevnost paliva. Výhřevnost butanu je 48 MJ/kg, což znamená, že při spálení 1 kg butanu je předáno do okolí teplo o velikost 48 MJ.

Množství energie nutné pro zvýšení teploty 1 kg látky o 1°C uvádí **měrná tepelná kapacita** c , kterou nalezneme ve fyzikálních tabulkách (pro vodu 4186 J.kg⁻¹.K⁻¹). **Množství tepla**, které je potřeba k ohřátí m kilogramů látky s měrnou tepelnou kapacitou c o teplotu Δt vyjadřuje vztah $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$.

Množství práce W vykonané za jednotku času t vyjadřuje fyzikální veličina **výkon** $P = \frac{W}{t}$. Množství energie, které je spotřebované za jednotku času, definujeme jako **příkon** P_0 . Výkon i příkon mají stejnou základní jednotku watt. **Účinnost** spotřebiče udává poměr mezi výkonem a příkonem stroje při vykonávání práce. V našem případě je lepší definovat účinnost jako podíl využití energie k ohřátí vody Q k vložené energii W : $\eta = \frac{Q}{W} = \frac{P}{P_0}$. Účinnost je bezrozměrná fyzikální veličina. Chceme-li výsledek vyjádřit v procentech, je nutné uvedené podíly vynásobit 100%.

1. Změřte účinnost ohřevu vody na klasickém elektrickém vaříči, indukčním vaříči, v mikrovlnné troubě a rychlovarné konvici.

Postup měření:

1. Zvolené množství vody (0,5 l) ohřívejte po dobu 1 minuty na indukčním vaříči, elektrickém plotýnkovém vaříči, v rychlovarné konvici, mikrovlnné troubě a na plynovém hořáku. Používejte vhodné nádoby prvně bez poklice a následně s poklicí.

Při každém experimentu si запиšte hmotnost vody m a запиšte si její počáteční a konečnou teplotu, T_0 a T_k . Při ohřevu měřte wattmetrem okamžité množství spotřebované energie a stopkami celkovou dobu ohřevu.

2. Podívejte se na štítek spotřebiče ohřívajícího vodu a запиšte si jeho příkon. Na wattmetru sledujte během ohřívání okamžitý příkon daného spotřebiče. Z okamžitého příkonu odečteného z wattmetru určete průměrný příkon P_0 spotřebiče a z něj vypočítejte dodanou energii $E = P_0 \cdot t$ při ohřevu vody během 1 min.

3. Vypočítejte pro každou metodu množství tepla Q potřebného k ohřevu vody z měrné tepelné

kapacity, hmotnosti a rozdílu teplot.

4. Vypočítejte účinnost $\eta = \frac{Q}{E} \cdot 100\%$ jednotlivých metod ohřevu vody z dodané a spotřebované energie.

U plynového hořáku vypočítáte spotřebovanou energii při ohřevu vody ze změny hmotnosti plynové nádoby. Je nutné zvážit plynový hořák před ohřevem i po ohřevu a pomocí výhřevnosti určit spotřebovanou energii E . Výhřevnost butanu 48 MJ/kg znamená, že při spálení 1 kg butanu je předáno do okolí teplo o velikost 48 MJ.

Celý postup ohřívání provedte pro nádoby bez poklice a s poklicí.

Upozornění: Při ohřívání v mikrovlnné troubě používejte umělohmotnou konvici, na indukčním vařiči kovový hrnec (ne hliníkový), na elektrickém vařiči kovový hrnec a nad plynovým kahanem ohřívejte v skleněné baňce nebo kovovém hrnci. Pro nejúčinnější ohřev nad kahanem musíte správně nastavit poměr přiváděného plynu vzduchu.

Měření a zpracování výsledků:

Technické údaje spotřebičů:

Spotřebič	Příkon spotřebiče [W]
Indukční vařič	
Rychlovarná konvice	
Mikrovlnná trouba	
Elektrický vařič (plotýnkový)	

Naměřené hodnoty u jednotlivých spotřebičů zaznamenejte do tabulky.

m - hmotnost vody v nádobě, P_0 – průměrný příkon z wattmetru, E – energie spotřebovaná při ohřevu za 1 min., Q – teplo potřebné k ohřevu.

Ohřev bez poklice

Spotřebič	$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{P_0}{\text{W}}$	$\frac{E}{\text{J}}$	$\frac{T_0}{^\circ\text{C}}$	$\frac{T_k}{^\circ\text{C}}$	$\frac{Q}{\text{J}}$	$\frac{\eta}{\%}$
Indukční vaříč							
Rychlovarná konvice							
Mikrovlnná trouba							
Plynový hořák (skleněná kádinka)							
Plynový hořák (kovový hrnec)							
Elektrický vaříč							

Ohřev s poklicí

Spotřebič	$\frac{m}{\text{kg}}$	$\frac{P_0}{\text{W}}$	$\frac{E}{\text{J}}$	$\frac{T_0}{^\circ\text{C}}$	$\frac{T_k}{^\circ\text{C}}$	$\frac{Q}{\text{J}}$	$\frac{\eta}{\%}$
Indukční vaříč							
Rychlovarná konvice							
Mikrovlnná trouba							
Plynový hořák (skleněná kádinka)							
Plynový hořák (kovový hrnec)							
Elektrický vaříč							

Výpočet tepla a energie potřebné k ohřátí vody a další potřebné výpočty.

Závěr:

Porovnejte účinnosti jednotlivých způsobů ohřevu a výsledky okomentujte. Jak se lišil okamžitý příkon spotřebiče od údaje na štítku?

2. Stanovení rychlosti světla v mikrovlnné troubě

Mikrovlnné záření je elektromagnetické záření o kmitočtech 3 GHz – 300 GHz. V mikrovlnných troubách se využívá záření o frekvenci 2,45 GHz. Tato frekvence odpovídá rezonanční frekvenci některých nesymetrických molekul, zejména vody. Mikrovlny se odrážejí od stěn trouby a vytvářejí tzv. stojaté vlnění. V místě kmiten stojatého vlnění dochází k nejúčinnějšímu ohřevu potravin a díky otočnému talíři je potravina ohřívána rovnoměrněji. Nejkratší vzdálenost dvou maxim stojatého vlnění je rovna polovině vlnové délky vlnění a rychlost světla lze určit ze vztahu $c = \lambda \cdot f$, kde λ je vlnová délka záření a f jeho frekvence.

Postup měření:

1. Nalezněte na štítku mikrovlnné trouby frekvenci mikrovln používaných pro ohřev potravin.
2. Nastrouhejte čokoládu na talíř tak, aby na talíři byla vytvořena kompaktní čokoládová vrstva. V mikrovlnce odstraňte otočný talíř a vložte do ní podstavec s talířem posypaným čokoládou. Nastavte mikrovlnou troubu na 50 – 70 s a sledujte, zda se čokoláda příliš nepálí.
3. Změřte vzdálenost s nejbližších kmiten (rozteklých míst na čokoládové vrstvě), která je rovna polovině vlnové délky a vypočítejte rychlost světla.
4. Experiment proveďte pětkrát a určete rychlost světla s příslušnými chybami měření.

Měření a zpracování výsledků:

Frekvence mikrovlnného záření ze štítku na mikrovlnné troubě:

Měření	$\frac{s}{cm}$	$\frac{\lambda}{m}$	$\frac{v}{m.s^{-1}}$	$\frac{\Delta v}{m.s^{-1}}$
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
Suma	-	-		
Průměr	-	-		



Jihomoravský kraj

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Závěr:

Uveďte výsledek měření a porovnejte ho s tabulkovou hodnotou.