

Termodynamické zákony v praxi

F. Falta – Gymnázium Trutnov, Jiráskovo náměstí 325

M. Šuněvičová – Gymnázium Chomutov, Mostecká 3000

B. Bezděková – Gymnázium Vyškov, Komenského nám. 16

J. Záškodný - SPŠ Frýdek- Místek, 28. října

K. Jiroušková – GSG Přípotoční 1337, Praha 10

fffrantik@seznam.cz, masaane@seznam.cz, baja@etranslator.biz,

j.zaskodny@seznam.cz, KataJirouskova@atlas.cz

Abstrakt:

V tomto experimentu jsme ověřovali termodynamické zákony a proměřovali parametry tepelných strojů, zjistili jsme jejich teoretickou i reálnou účinnost. Peltierův tepelný stroj má velmi podobnou účinnost jako Carnotův tepelný stroj.

1 Úvod

Termodynamika se zabývá tepelnými ději, zakládá se na principu 4 termodynamických zákonů, ale pro nás byl nejdůležitější 1. a 2. První termodynamický zákon je zákonem o zachování energie, tudíž energie nemůže vznikat ani zanikat, pouze se přeměňovat (transformovat). Podle Tompshsnovy a Ostwaldovy formulace druhý termodynamický zákon říká, že nelze sestrojít perpetuum mobile druhého řádu, podle Clausiusovy formulace říká, že teplo nemůže samovolně přecházet z tělesa chladnějšího na teplejší. Na těchto zákonech je založena většina strojů kolem nás (například: tepelný stroj, parní stroj, spalovací motor,...).

Naším úkolem bylo demonstrovat práci tepelného stroje a určit jeho účinnost.

2.1 Práce tepelného stroje

Tepelný stroj využívá pro práci změnu objemu plynu při změně teploty. Těchto rozdílů se docílí přemístováním nádoby s plynem ze studené (T_c) do teplé (T_h) lázně, které mají stálou teplotu 0°C a 100°C . Práce tepelného stroje se zaznamenává v pV diagramu. Ideálním příkladem tohoto diagramu je Carnotův cyklus, kterého nelze dosáhnout, protože uvažuje ideální prostředí.

obrázek č. 1 - Carnotův cyklus
adiabata – křivka děje, při kterém nedochází k tepelné výměně

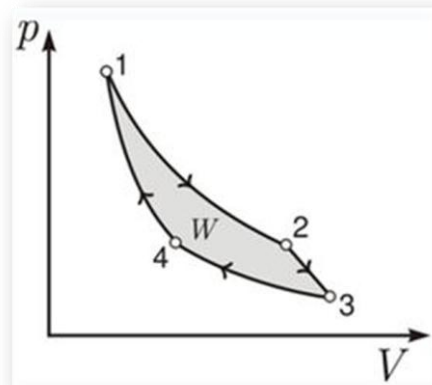
mezi body 2-3

4-1

izoterma – křivka děje, při kterém se nemění teplota

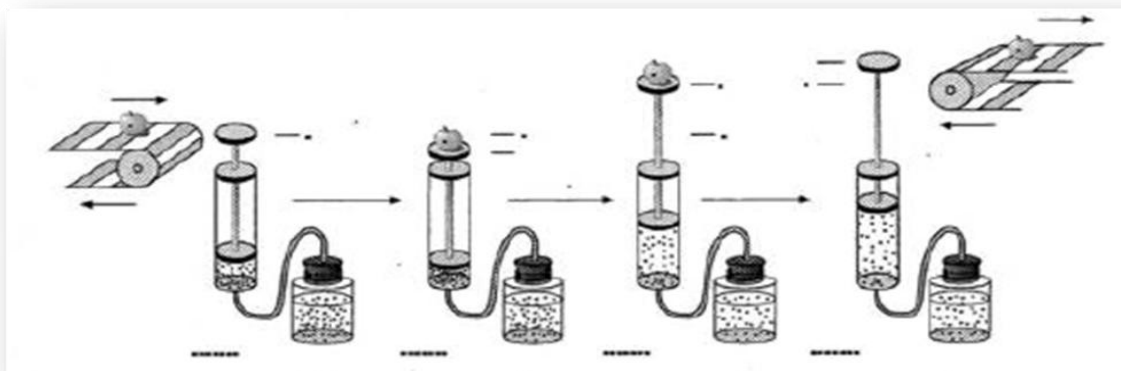
mezi body 1-2

3-4

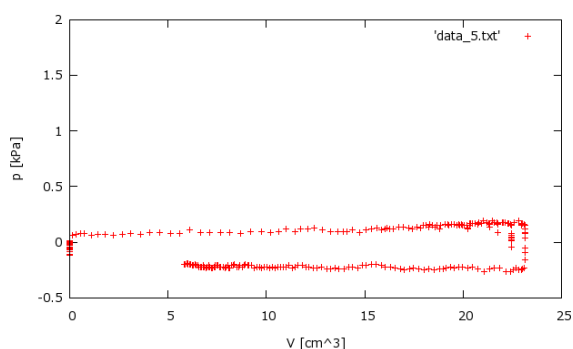


Měření

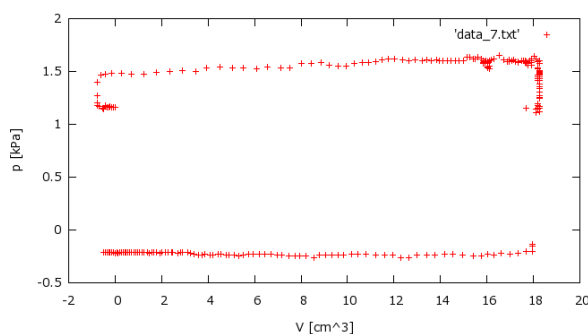
- Položením závaží na píst se v soustavě zvýšil tlak, použili jsme závaží 20-200g.
- Zahřáním plynu se zvětšil objem a soustava začala konat práci.
- Po dosažení maximálního objemu jsme odejmuli závaží z pístu a tím se tlak dostal do původního stavu.
- Pro dosažení původního stavu soustavy jsme nádobu s plynem ochladili.



Výsledky



obrázek č. 2
pV diagram - bez závaží



obrázek č. 3
pV diagram – 100 g závaží

Diskuze

Nejvíce nás překvapilo, že soustava konala práci, i když jsme na píst nepoložili závaží. Což bylo způsobeno tím, že píst nebyl dokonale vyvážen a docházelo ke tření se stěnami válce.

2.2 Peltierův aparát

Peltierův aparát vykonává práci na základě jevu, který objevil Jean Charles Athanase Peltier. Při tomto jevu se vytváří napětí na přechodu dvou různých polovodičů, které mají zároveň různé teploty. Jednu stranu ochlazujeme pomocí studené lázně a druhou zahříváme zdrojem napětí. Na teplé straně se vytváří elektron-díra páry snadněji, proto vzniká přebytek elektronů, které putují na chladnou stranu. Tím vzniká elektrický proud.

obrázek č. 4 – Peltierův aparát



Měření

- Celé měření bylo cíleno na zjištění účinnosti aparátu. $\varepsilon = \frac{W}{Q_h} = \frac{P_w}{P_h}$

ε je účinnost, W je práce aparátu, Q_h teplo odebrané z ohříváče, P_w je výkon aparátu, P_h je výkon ohříváče.

- V první části jsme neuvažovali vnitřní odpor aparátu, proto jsme prováděli opakovaná měření, v nichž jsme měřili napětí na Peltierově článku.

$$R_s = \left(\frac{U_s - U_w}{U_w} \right) R_w$$

R_s je vnitřní odpor aparátu, U_s je napětí na Peltierově článku, U_w je napětí na zátěžovém odporu, R_w je zátěžový odpor.

- Abychom dosáhli co nejpřesnější hodnoty účinnosti, provedli jsme dvojí korekci - eliminovali jsme ztrátu práce na vnitřním odporu, poté jsme zohlednili přímou výměnu tepla mezi ohříváčem a chladičem.

$$\varepsilon' = \frac{U_w^2}{R_w} \times \frac{1 + R_s/R_w}{P_h - P_h'}$$

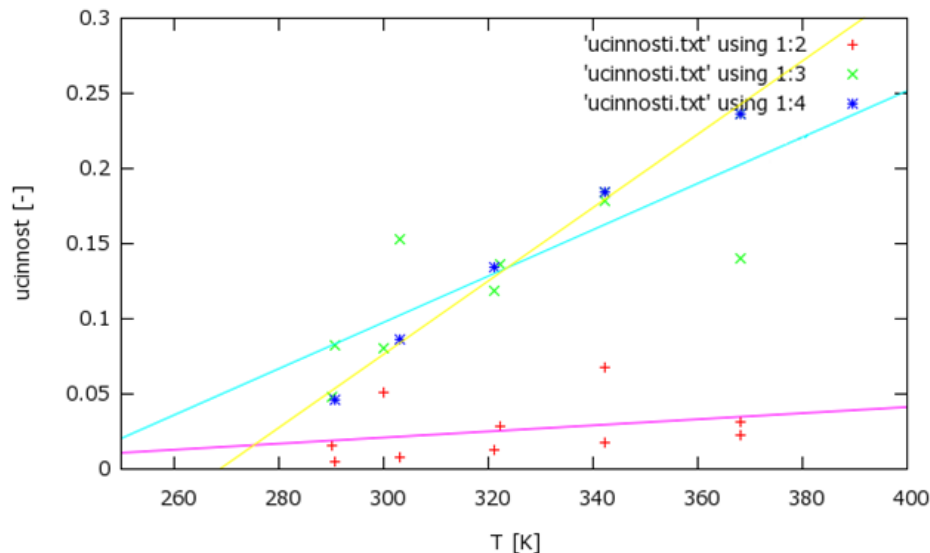
ε' je korigovaná účinnost

- Zjištěnou účinnost jsme porovnali s ideální účinností.

$$\varepsilon_t = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

ε_t je teoretická účinnost, T_c je teplota chladiče, T_h je teplota ohříváče.

Výsledky



popis grafu: + = nezkorigovaná účinnost
× = zkorigovaná účinnost
* = teoretická účinnost

Diskuze

Při tomto měření došlo k největším chybám, protože jsme museli udržovat teplotu chladiče stálým doplňováním ledu a korigovat dodávaný proud do ohříváče, abychom dosáhli správné teploty, což trvalo dlouho a ne vždy se to podařilo.

3 Závěr

Zjistili jsme, že rozpínající se plyn je schopen konat práci při dostatečném dodání energie. Došli jsme k závěru, že při daných teplotách je účinnost Peltierova aparátu relativně vysoká. V některých případech se blížila účinnosti Carnotova cyklu.

Poděkování

Naše poděkování patří supervizorovi Tomáši Markoviči, který nám poskytl důležité informace a pomohl nám v těžkých situacích. Dále děkujeme všem organizátorům Týdnu vědy na Jaderce za umožnění provedení těchto pokusů.

Reference:

- [1] <http://fyzika.jreichl.com/index.php?sekce=browse&page=581> [online 21.6.2011]
- [2] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Termodynamika> [online 21.6.2011]
- [3] <http://praktika.fjfi.cvut.cz/TepelnyStroj> [online 21.6.2011]
- [4] <http://fyzika.fjfi.cvut.cz/Peltier/Peltier.pdf> [online 21.6.2011]