

Termodynamické zákony v praxi

A. Sedlařík¹, J. Štěpán², H. Picmausová³

^{1,2} Gymnázium Jiřího Ortena, Jaselská 932, Kutná Hora 284 01

³ Gymnázium Česká Lípa, Žitavská 2939, Česká Lípa 471 17

¹ nedamvamnic@centrum.cz, ² georgic@centrum.cz,
³ helenapicmausova@seznam.cz

1 Úvod

Termodynamika

Termodynamika je obor fyziky, který se zabývá teplem a tepelnými ději. Studuje vzájemné vztahy mezi veličinami charakterizujícími daný stav termodynamické soustavy a jejich změny při tepelných dějích. Zkoumá tedy, o kolik se změní teplota dodáním/odebráním tepla, kompresí, expanzí látky. Termodynamika je postavena na třech termodynamických zákonech.

- První termodynamický zákon – udává, že je možné vzájemně přeměnit teplo na vnitřní energii nebo na práci.
- Druhý termodynamický zákon - vyjadřuje skutečnost, že chladnější těleso nepředává teplo tělesu teplejšímu. Určuje tedy směr přenosu tepelné energie.
- Třetí termodynamický zákon - tvrdí, že nelze dosáhnout absolutní nuly.

Ideální plyn:

Neuvažujeme u něj velikost molekul, tudíž je dokonale stlačitelný a bez vnitřního tření.

Tepelné děje:

Izobarický- probíhá za konstantního tlaku. (Guy-Lussacův zákon)

Izochorický- probíhá za konstantního objemu (Charlesův zákon)

Izotermický- probíhá za konstantní teploty (Boyle-Mariottův zákon)

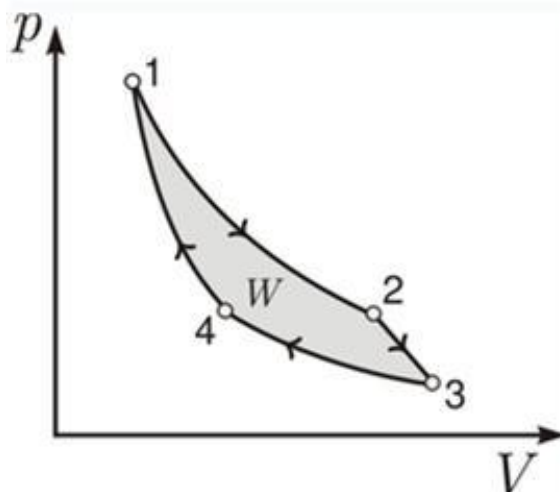
Adiabatický- neprobíhá u něj tepelná výměna s okolím (Poissonův zákon)

Tepelný stroj

Tepelný stroj je termodynamická soustava, která pracuje na základě prvního termodynamického zákona - převádí teplo na vnitřní energii nebo práci. Tuto přeměnu nelze realizovat dokonale, vzhledem k druhému termodynamickému zákonu, vyskytuje se zde značná míra různých ztrát. Maximální účinnost tepelného stroje vyjadřuje tzv. Carnotův cyklus ideálního plynu.

Obrázek 1: Carnotův cyklus v p-V diagramu. Plocha ohraničená křivkami je rovna práci, kterou stroj vykonal při jednom cyklu. [1]

- 1-2: Izotermická expanze
- 2-3: Adiabatická expanze
- 3-4: Izotermická komprese
- 4-1: Adiabatická komprese

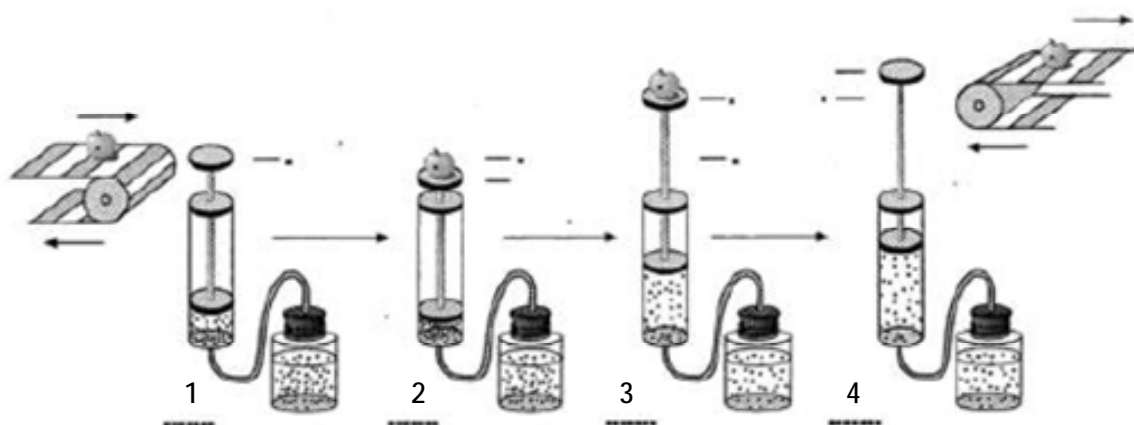


2 Měření

Tepelný stroj

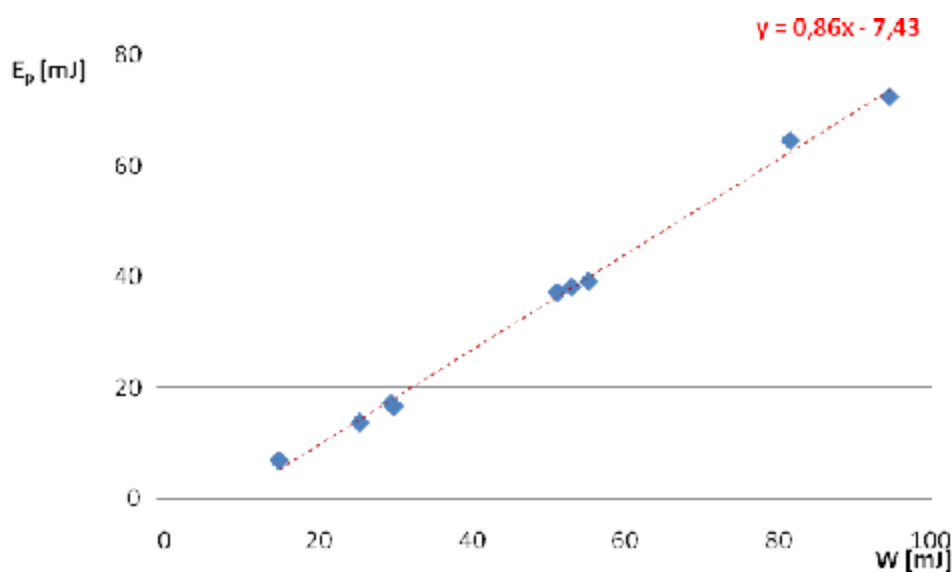
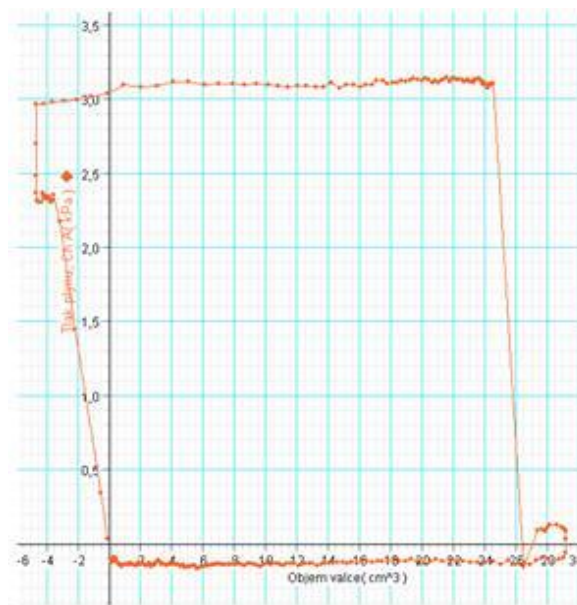
Nejprve (viz. Obr. 2) jsme ochladili pracovní plyn (1), následně na píst položili závaží (2). Pomocí horké lázně (zvětšení objemu plynu) se píst zvedl (3). Po odebrání závaží (4) a ochlazení plynu se píst vrátil do původního stavu. Změna polohy závaží na pístu udává změnu potenciální energie.

Porovnání změřené práce vykonané plynem z p-V diagramu (Obr. 3) se změnou potenciální energie závaží je zobrazeno v Obr. 4. Směrnice proložené přímkou odpovídá účinnosti přenosu práce vykonané plynem na potenciální energii závaží. Absolutní člen charakterizuje míru ztrát během děje.



Obrázek 2: Schematické zobrazení pracovního cyklu tepelného stroje. [2]

Obrázek 3: p-V diagram cyklu tepelného stroje. Graf popisuje závislost tlaku pracovního plynu na jeho objemu.



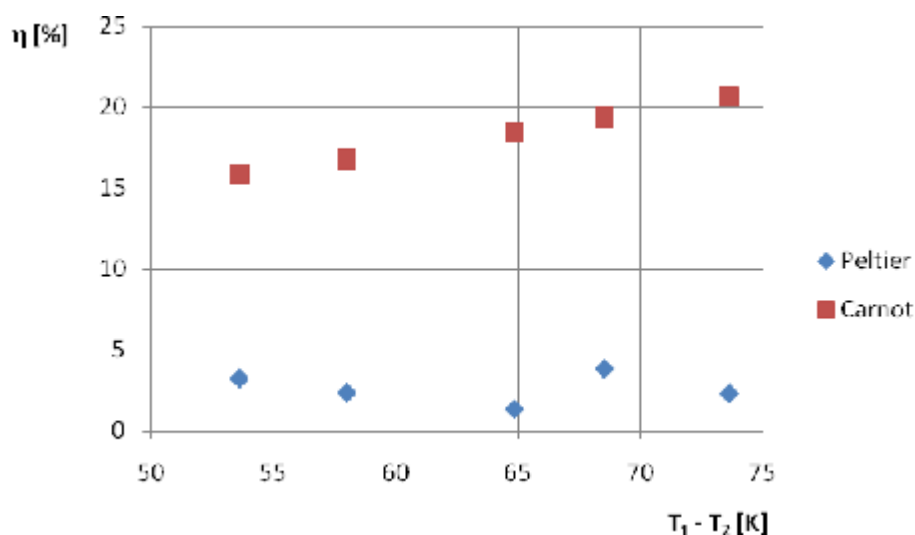
Obrázek 4: Závislost změny potenciální energie na práci vykonané plynem.

Peltierův článek

Peltierův článek funguje na základě Peltierova jevu, který objevil v roce 1834 Jean C. Peltier. Vytváří motorické napětí na p-n přechodu dvou různých polovodičů. Na levé straně je udržována vysoká teplota, na které se tvoří více volných elektronů, než na pravé - chladnější straně. Výsledkem je přebytek elektronů pohybujících se z teplejší na chladnější stranu - tedy vzniká elektrický proud [3]. Při určování účinnosti Peltierova článku byla uvažována korekce na práci vykonanou na jeho vnitřním odporu.

Tyto články se používají např. v chlazení procerů. Nedostatkem je, že mají většinou velkou spotřebu a samy vyzařují hodně tepla, takže je třeba chladit je víc, než kolik by vyžadovalo samotné chlazené zařízení.

V Obr. 5 je znázorněno měření účinnosti Peltierova článku v závislosti na různých velikostech rozdílů teplot použitých lázní společně s teoretickou účinností Carnotova cyklu.



Obrázek 5: Závislost účinnosti (η) na rozdílu teplot teplé (T_1) a studené (T_2) lázně pro Peltierův článek a pro ideální Carnotův cyklus.

Shrnutí

Pozorovali jsme ~ 86 % přenos práce vykonané plynem na změnu potenciální energie závaží na pístu. Práce vykonaná plynem byla zjišťována pomocí pV diagramu.

Stanovili jsme ~ 3 % účinnost Peltierova článku, což je v porovnání s ideálním Carnotovým cyklem o ~ 15 % nižší účinnost.

Poděkování

Obrovský dík patří našemu supervizorovi Jakobovi Víchovi, za trpělivost, za užitečné rady a za pomoc při pochopení problému a jeho publikování.

Dále bychom chtěli poděkovat realizačnímu/organizačnímu týmu za přípravu Týdne vědy 2010.

Reference

[1] Wikipedie, URL: http://cs.wikipedia.org/wiki/peltieruv_clanek, 15. 6. 2010.

[2] Portál Fyzikální praktika FJFI, úloha *Práce tepelného stroje*, 15. 6. 2010.

[3] Portál Fyzikální praktika FJFI, úloha *Účinnost tepelného stroje*, 15. 6. 2010.