

Joulův experiment

M. Robotková, J. Švec*

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
robotkova.m@seznam.cz, * svecjar1@fjfi.cvut.cz

Abstrakt

Během našeho experimentu jsme se zabývali Joulovým experimentem. Sestavili jsme vlastní podobu tohoto experimentu a snažili jsme se stejně jako Joule prokázat souvislost mechanické práce a energie soustavy. Naměřili jsme hodnoty, které jsme následně zpracovali do grafů a vyhodnotili.

1 Úvod

Joule se během svého života zabýval mimo jiné vztahem práce a vnitřní energie. Pomocí svého experimentu prokázal tuto souvislost, tedy že konaná mechanická práce může zvyšovat teplotu soustavy. My se v našem experimentu jeho pokusem inspirováme a budeme se snažit prokázat totéž.

2 Teorie

2.1 James Prescott Joule

James Prescott Joule se narodil roku 1818 v Salfordu ve Velké Británii. Jeho otec byl pivovarník a i sám Joule tuto profesi nějakou dobu vykonával. Od malička měl zálibu v parních lokomotivách, což nejspíš podnítilo jeho pozdější zájem o termodynamiku. Krátce studoval na univerzitě v Manchesteru, byl žákem významného anglického chemika a fyzika Johna Daltona. Na konci jeho výuky se Joule stal velmi zručným při práci s laboratorním zařízením. Později si sám sestrojil měřicí přístroje s neuvěřitelnou přesností. Během výzkumu poukázal na to, že energie je uchována během práce a z toho vznikl jeho zákon zachování energie. Spolupracoval mimo jiné s Williamem Thomsonem. Formuloval první princip termodynamiky.

2.2 Teplo, vnitřní energie a práce

Vnitřní energie je celková energie systému, zahrnuje především kinetickou a potenciální energii všech částic. Teplo je definováno jako energie předaná mezi systémem a jeho okolím, přičemž přenos energie probíhá díky jejich teplotnímu rozdílu. Pro teplo platí vztah (1). Mechanická práce se koná, pohybuje-li se těleso působením síly. Pro práci platí vztah (2). Jak si později ukážeme, Joule hledal souvislost mezi těmito vztahy.

$$Q = m \times c \times \Delta t \quad (1)$$

m ...hmotnost látky

c ...měrná tepelná kapacita látky

Δt ...rozdíl teplot

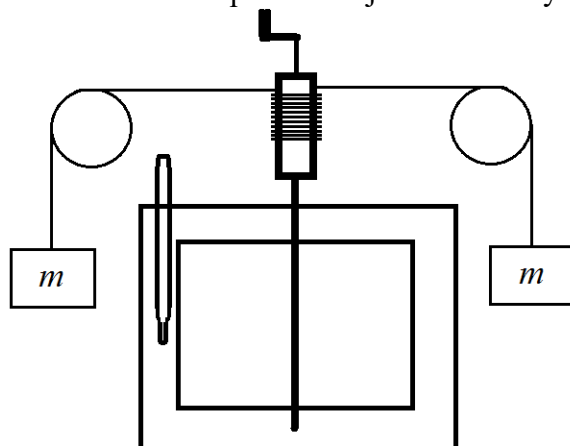
$$W = F \times s \quad (2)$$

F ... síla působící na těleso

s ... dráha, po které se těleso pohybuje

2. 3 Joulův experiment

Joulův experiment spočíval v dokázání souvislosti práce a vnitřní energie systému. Joule měřil množství práce, která je potřeba k ohřátí vody o 1°C . Použil nádobu s vodou, u které zjistil její teplotu. V nádobě se otáčely lopatky. Lopatky se roztáčely pomocí závaží, která se pohybovala dolů a otáčející se lopatky zahřívaly vodu. Lopatky se musely nechat několikrát roztočit. Na konci zjistil teplotu vody. Zdroje se rozcházejí v tom, jak skutečně Joulův experiment vypadal, zda bylo závaží jedno, nebo dvě, ale také v tom, jaký byl objem použité vody. Jedna z možných variant Joulova experimentu je schematicky naznačena na Obr.1.



Obr. 1: Joulova verze experimentu

3 Praktická část

3. 1 Námi stanovený úkol

Sestrojit Joulův pokus a nějakých způsobem ho vylepšit. Změřit zvýšení teploty kapaliny.

3. 2 Sestrojení aparatury

Naším cílem bylo sestrojit pokus podobný tomu Joulovu, který by byl finančně nenáročný a zároveň drobně pozměněný. Sestrojili jsme tedy aparaturu, která měla dřevěnou konstrukci. Jako nádobu jsme použili plechovku, což se později ukázalo jako špatná volba, jelikož nemá dobrou izolaci, teplo tedy rychle uniká. Jako kapalinu jsme použili 0,03 l oleje. Vyrobili jsme otáčivé lopatky, ke kterým jsme připojili motorek, jenž je poháněl. V tom právě spočívalo naše pozměnění pokusu. Další rozdílná věc proti Joulově verzi byl termistor, který jsme použili místo teploměru. Termistor je elektrotechnická součástka, jejíž odpor se zvyšující se teplotou klesá. Pro zajímavost jsme k otáčivým lopatkám připevnili provázek a měřili, kolik provázku se při zvyšování teploty odmotá. K měření jsme použili měřicí modul PASCO.

3. 3 Měření

Měření jsme prováděli pomocí měřicího modulu PASCO připojenému k počítači. Zapnuli jsme motorek, tím roztočili lopatky v oleji a zapnuli měřicí modul. Ten na počítači ukázal

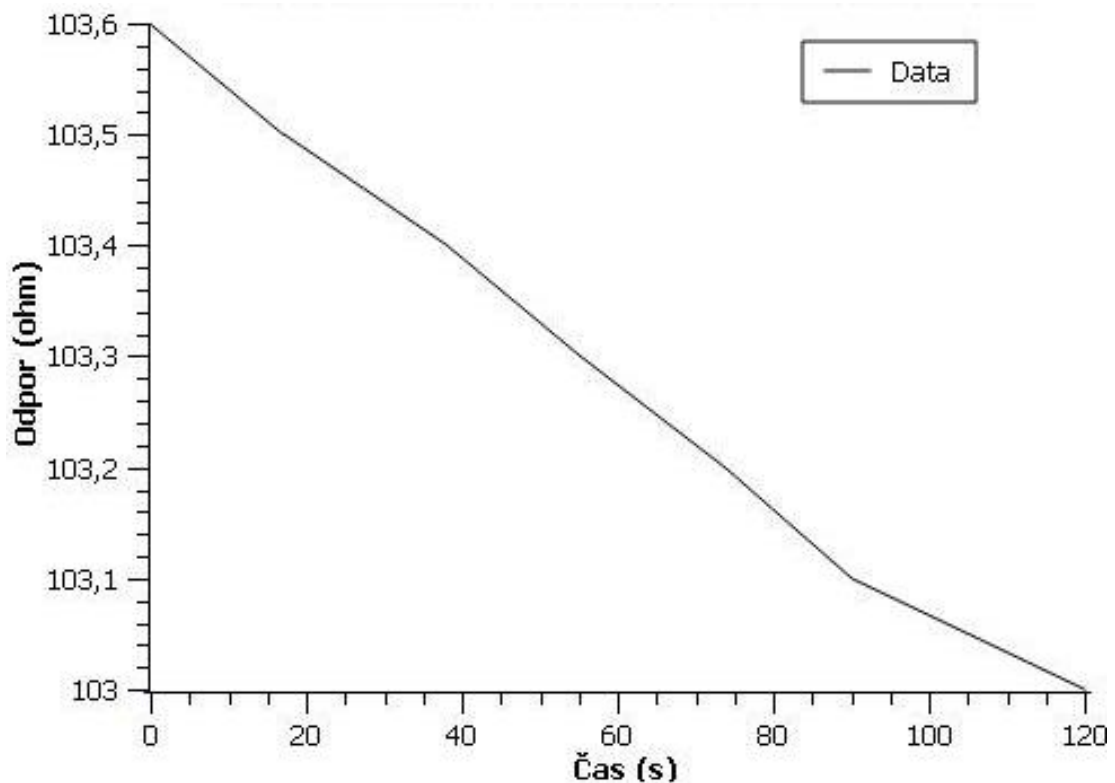
odpor termistoru měnící se v čase. Po připevnění provázku jsme měřili také délku, která se odmotá.

4 Výsledky

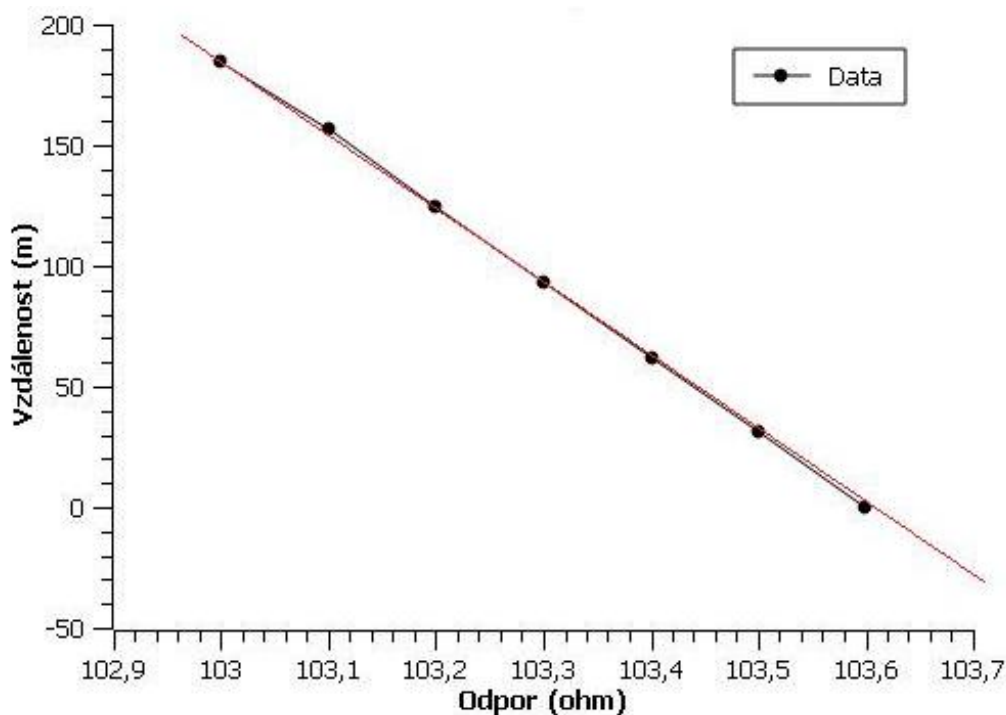
Provedli jsme pět měření a z nich vyhodnotili odpovídající výsledky do tabulky Tab. 1. Tyto hodnoty jsme následně vynesly do grafů na Obr. 2 a Obr. 3, kde v prvním grafu je závislost odporu termistoru na čase a ve druhém je závislost odmotaného provázku na odporu termistoru.

čas [s]	odpor termistoru [Ω]	odmotaný provázek [m]
0	103,6	0
17	103,5	31
38	103,4	62
55	103,3	93
74	103,2	125
90	103,1	157
120	103,0	185

Tab. 1: Hodnoty odporu termistoru a odmotaného provázku v čase.



Obr. 2: Graf závislosti odporu na čase.



Obr. 3: Graf závislosti vzdálenosti odmotaného provázku na odporu.

5 Shrnutí

Naměřené výsledky sice odpovídají předpokladu, tedy že teplota kapaliny roste. Nicméně kvůli neznalosti parametrů termistoru a neschopnosti změřit napětí na termistoru jsme nemohli přímo dopočítat teplotu. Tím pádem se nám nepodařilo ani určit teplo vzniklé konáním práce. Cíl sestavit Joulov experiment jsme ovšem splnili a tím pádem jsme stejně jakou Joule prokázali souvislost mechanické práce a vnitřní energie soustavy.

6 Poděkování

Poděkování patří ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za odborné rady a za zapůjčené pomůcky.

Reference

- [1] M. Zikmund, *James Prescott Joule*, <http://www.fyzika.webz.cz/index.php?clanek=36&title=James%20Prescott%20Joule>
- [2] kol. autor., *Jouelův pokus*, <http://www.zsnastinadlech.cz/uploads/Fyzika%208/4.%20Joule%C5%AFv%20pokus.pdf>
- [3] kol. autorů, *Jouelův pokus, měření tepla, měrná tepelná kapacita*, http://www.zsondrejov.cz/Vyuka/F-8/Teplo_04.pdf
- [4] kol. autorů, *Termodynamika*, http://ufmi.ft.utb.cz/texty/fyzika_2/F2_08.pdf
- [5] R. Jandora, *Mechanická práce, výkon, energie*, <http://radek.jandora.sweb.cz/f03.htm>