

Vladimír Novák

Jednička tepelného množství

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 25 (1896), No. 3, 199--204

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/121997>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1896

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Jednička tepelného množství.*)

Napsal

Dr. Vlad. Novák,

assistent c. k. ústavu fysikálního v Praze.

Čím více se zdokonalují metody měřicí, stroje a dovednost pozorovatelů, tím častěji a bedlivěji kritisují a kontrolují se důležité veličiny, jichž budto užíváme jako *konstant* nebo jako *jedniček* veličiny měřené.

Velmi zajímavým toho příkladem jest několikrát opěťované měření elektrochemického aequivalentu stříbra, různými metodami od různých pozorovatelů provedená realizace jedničky galvanického odporu — ohmu atd.

Na základě takových měření nabyly některé jedničky tak důležitého významu, že prohlášeny za internationalní, jak o tom svědčí usnešení různých kongressů na př. o jednotkách elektrických. Není však práce fysiků v tomto směru nikterak zakončena. Ačkoliv zbudován podrobný plán „absolutní osnovy měř“ založený na známých fundamentalních jedničkách

cm, g, sec,

přece do dnešního dne užívá se některých jednotek čistě empirických. Veškerá nauka o teple spočívá na dvou takových jednotkách empirických — na jednotce *tepelného stavu* a jednotce *tepelného množství*; prvá dána je jedním stupněm Celsia teploměru vodíkového, druhá teplem, jímž se gram vody ohřívá z 0° na 1°. Poněvadž jednotka tepelného množství — kalorie — závisla je dle této definice na definici 1° C, musila by reforma podporující absolutní osnovu měř, *změnit* škálu teploměrnou, jejíž nynější povaha je pouze empirická. Dalekosáhlá tato změna teplo-

*) Stať tato čerpána z článků: E. H. Griffiths: „The Thermal Unit“ Phil. Mag. V. 40. pg. 431. 1895.

Graetz „Das mechanische Wärmeäquivalent“ Hand. d. Phys. v. Winkelmann II. 2. pg. 396. 1895.

A. Winkelmann. „Specifische Wärme des Wassers“ Hand. d. Phys. v. Winkelmann. II. 2. pg. 331. 1895.

měru, přístroje tak často a ve všech oborech fysikalního měření užívaného, nebude asi brzy provedena a proto je zajímavo povšimnouti si, jak novější měření přispěla ku kritice jedničky pro množství tepelné, jedné kalorie a jak vyspěla otázka *legalisace* této jednotky. Kdyby specifické teplo vody nebylo závislé na teplotě, t. j. kdyby definice tepelného množství mohla zníti: kalorie jest teplo, jímž se gram vody ohřívá o jeden stupeň Celsia, pak by ovšem přesné měření tepelného množství bylo snadno možné na základě měření hmoty a teploty; podobně jednoduché bylo by i převedení kalorií na jedničky absolutní. Tomu však tak není; již Neumann (r. 1831.) ukázal, že specifické teplo vody střední mezi temp. 27° — 100° jest více než o 1%o větší než při 27° . Od těch dob bylo vykonáno velmi mnoho prací, výsledky jich hlavně starší proti novějším tak se liší, že nelze pokládati otázku tuto za definitivně rozřešenou.

Starší měření, mající za základ kalorii, hořejším způsobem definovanou (z 0° — 1°), lze přehlédnouti z této tabulky:

	specifické teplo vody při 20°	při 100°
Regnault (1840)	1·0012	1·0130
„ přepočítáno Bosschou (1874)	1·0044	1·0220
Jamin a Amaury (1870)	1·0225	1·1220
Münchhausen (1877)	1·0085	1·0425
Slečna Stamø (1879)	1·0251	1·1255
Henrichsen (1879)	1·0079	1·0720
Baumgartner (1879)	1·0061	1·0320
Gerosa (1882)	1·0244	—

Rozdíly při 20° jsou až 2%o, při 100° 11%o!

Novější pozorovatelé soudili z toho, že *základ* celého měření, *jednička* tepelného množství, jež zahřívá vodu nulstupňovou na 1° , způsobuje tyto nepravidelnosti a vztahovali raději svá udání na *specifické teplo vody při 15°* jako jedničku základní. Výsledky *) novější přehledně ukazuje tabulka následující:

*) Spec. teplo vody při 15° položeno tu 1·0000.

	specifické teplo vody při 10°	20°	30°
Rowland (směšováním) . . .	1·00118	0·99882	0·99646
(mech. aequiv.) . . .	1·00262	0·99762	0·99570
Velten*)	1·00466	0·99777	0·99144
Dieterici*)	1·0025	0·9975	0·9954
Bartoli a Stracciati . . .	1·00152	0·99944	1·00193
Griffiths	—	0·99867	0·99626**)
Regnault	0·99969	1·00036	1·00121.

Rozdíly jsou poměrně daleko menší než při pozorováních starších, ke srovnání jsou v poslední řádce uvedena čísla Regnaultova, přepočítaná na nově zvolenou jednotku tepelného množství.

Příčiny nedosti uspokojivého souhlasu vězí v *methodách* pozorovacích, které se dají rozeznati hlavně tři, totiž metoda směšovací, metoda tání a metoda určující mechanický aequivalent tepla. Třetí způsob má nad předchozími patrné výhody, z nichž považuji za hlavní tu okolnost, že se zde teplo již *stanoveným způsobem* měří, jako konsumovaná práce na jednotky práce (erg); toho ovšem u druhých dvou metod není.

Poslední metody užil Rowland, jehož měření mechanického aequivalentu tepla patří mezi nejdokonalejší.

Na základě úvah předešlých není nikterak divno, že se vyskytly návrhy na *novou* jednotku tepelného množství. Tak na př. navrhoval *M. Gray*, aby jednotkou tepla byla ta molekulární energie, která jest mechanicky aequivalentní změně součinu $p \cdot v$ (p = tlak, v = objem), zahřeje-li se gram vodíku při tlaku jedné atmosféry z teploty tajícího ledu na 1° C.

Jakkoli jsou důvody theoretické pro tuto definici, ze stanoviska praktického vyslovují se mnohé protidůvody — součin $p \cdot v$ nedá se s dostatečnou přesností měřiti.

Joly definoval jednotkou tepla to množství tepelné, jež se vybaví při skapalnění 1 gramu nasycených vodních par při tlaku 760 mm (0° Hg v 45° zem. šíř.) ovšem beze změny tempera-

*) Výsledky jsou nejen z vlastních pozorování autorův ale i z pozorování Rowlanda a jiných.

***) Číslo toto extrapolováno.

turní. Specifické teplo vody mělo by asi 1·8 tisícin této jednotky. *S. Pickering* navrhuje stý díl skupenského tepla ledu (0·8 kalorie) za jednotku tepla — taje-li led při 0° a tlaku jedné atmosféry — tato jednička by se od kalorie lišila jen málo.

Všechny tyto definice se neujaly, bezpochyby z té příčiny, že jednotky takto stanovené *nemají* jednoduché *spojitosti* s jednotkami ostatními. Absolutní osnova měr, ustanovující jednotky své dle principu *jednoduchosti* není ovšem na rozpacích ve volbě jednotky pro množství tepelné — aequivalenci tepla (Q) a energie mechanické (L)

$$Q = \text{const. } L$$

lze vhodnou volbou jednotky množství tepelného *proměnění na rovnost*. Poněvadž jednotkou práce jest *erg*, byla by tato jednotka proměněná v energii tepelnou zároveň jednotkou této. Praktickou jednotkou mohlo by býti 10⁷násobné, kteráž jednička — 1 Joule — vyskytuje se při měření energie elektrické na základě zákona Joule-ova

$$Q = \text{const. } J \cdot E \cdot T,$$

kde J značí intensitu (ampère), E elektromotorickou sílu (volt) a T čas (vteřiny) a kde by onou volbou „const“ rovnala se jedné.

Souvislost *kalorie* s *ergem* dána jest měřeními mechanického aequivalentu tepla, která provedli Joule, Hirn, Rowland, Perot, Favre, Puluj, Sahulka, Miculescu, Violle, H. F. Weber, Dieterici, Jahn, Schuster a Gannon, Griffiths a jiní. Nejpřesnější výsledky podává tato tabulka:

Hodnoty mechanického aequivalentu tepla rovnající se spec. teplu vody při 15°.

Joule*) (2)	41·82	Megaerg =	4·182	Joule
„ (5)	41·74	„	= 4·174	„

*) Čísla zde uvedená pocházejí (R) od Rowlanda a (S) od Schustera, kteří teploměry Joule-ovy srovnávali s teploměrem normálním a dle korekcí těchto teploměrů udání Joule-ova opravili.

Rowland	41·89	Megaerg	=	4·189	Joule
Miculescu	41·81	"	=	4·181	"
Schuster a Gannon	41·95	"	=	4·195	"
Griffiths	41·98	"	=	4·198	"
Hodnota střední	41·87	Megaerg	=	4·187	Joule.

Na základě těchto výsledků, jichž největší rozdíl obnáší 0·6 %
 střední chyba jednotlivého pozorování 0·22%
 „ „ „ středu 0·09%
 pravděpodobná chyba jednotlivého pozorování 0·14%
 „ „ „ středu 0·06%

navrhuje Griffiths *novou jednotku tepelného množství*, jež by se nazývala „Rowland“.

Návrh Griffithsův jest vlastně dvojit:

„I. Aby 41·89 Megaerg slula jeden Rowland; kteráž jednička tepelná jest aequivalentní specif. teplu vody při 15° C.

„II. Aby 42 Megaergů slulo jeden Rowland; tato jednička jest aequivalentní specif. teplu vody při 10° C.

„Dle pozorování Rowlandových buďtež vyjádřeny vztahy specifického teplu vody při různých teplotách následujícími rovnicemi:

$$\begin{aligned} \text{pro I. v mezích } 10^{\circ}\text{--}15^{\circ} \quad Q_{15} &= Q_t \{1 + 0\cdot000414 (15 - t)\} \\ \text{„ } 15^{\circ}\text{--}20^{\circ} \quad Q_{15} &= Q_t \{1 - 0\cdot000284 (t - 15)\} \\ \text{pro II. v mezích } 10^{\circ}\text{--}15^{\circ} \quad Q_{10} &= Q_t \{1 - 0\cdot000415 (t - 10)\} \\ \text{„ } 15^{\circ}\text{--}20^{\circ} \quad Q_{10} &= Q_t \{0\cdot99935 - 0\cdot000284 (t - 10)\}^{\circ}. \end{aligned}$$

V I. navrhuje Griffiths číslo 41·89 oproti středu 41·87 z jakési piety k Rowlandovi — ostatně rozdíl jest velmi nepatrný, pouze 0·05%; II. návrh doporučuje tím, že by se udání starší (kalorie jako teplo ohřívající gram vody z 10° na 11°) *velmi snadno* na jedničku „Rowland“ *přepočítala*. (Násobením 42).

Jednička takto stanovená vyniká nad starší předně, že není arbitrarní, poněvadž souvisí s jednotkami jinými, absolutními, dále je nezávislá na způsobu pozorování aneb na různém soudu jednotlivých pozorovatelů o pozorování provedeném a konečně souvisí velmi jednoduše s jednotkou starší.

Čísla uvedená mohou býti ovšem postupem času *opravena*, tak jako tomu bylo na př. při jednotce galvanického odporu, Ohmu, jež z původní hodnoty „odpor sloupce rtuťového průřezu 1 mm^2 při 0° , délky 104.83 cm “ (r. 1863) opravena byla na základě prací Rayleighovy, Schustrovoy, Rowlandovy, Glazebrookovy r. 1881 v délce na

106.0 *cm*

a konečně po novém měření Drudeho, Dorna atd. r. 1891 na

106.3 *cm*.

O elektrickém teploměru.

Píše

Dr. Vladimír Novák.

Není účelem těchto řádek popisovati všechny druhy tak zvaných teploměrů elektrických *), které určují teplotu buďto na základě měření elektromotorické síly thermoelementu, nebo na základě měření galvanického odporu; chci pouze popsati pyrometr, který po četných pokusech značně zdokonalili *Callendar* a *Griffiths* **).

Měření teploty zakládá se na měření odporu platinového drátu. Jako na př. u teploměrů rtuťových tak i zde stanoví se dva základní body, t. j. změří se odpor drátu v tepelném stavu tajícího ledu (R_0) a pak v tepelném stavu par vařící se vody (R_1). Jeden stupeň teploty definován je pak změnou odporu o jednu setinu fundamentálního intervallu $R_1 - R_0$. Určena je tudíž teplota p_t v těchto stupních vztahem

*) Viz o tom: *V. Strouhal*: „O pokroku v oboru termometrie za posledního pětiletí.“ *Věstník česk. akadem.* III. r. 1894. pag. 302.

***) Litteraturu viz: *Phil. Magazin* 1891, 1892; *Nature* 1895 článek: *E. H. Griffiths*: An account of the construction and standardisation of apparatus, recently acquired by Kew observatory for the measurement of Temperature.