

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

J. Kapras

O základních zákonech psychofyzických. [III.]

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 9 (1880), No. 4, 173--180

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/109289>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1880

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>

$$\begin{aligned} A + B\alpha + C\gamma &= 0, \\ B\beta + C\delta + D &= 0, \end{aligned} \quad (2')$$

a aby rovina ta byla kolma k rovině oskulační, určené rovnicí (5), ještě další podmínce *)

$$(\alpha\gamma' - \gamma\alpha') A - \gamma' B + \alpha' C = 0. \quad (3')$$

Vyloučíme-li z rovnic (1'), (2') a (3') neznámé A, B, C, D , obdržíme

$$\begin{vmatrix} \xi, & \eta, & \xi, & 1 \\ 1, & \alpha, & \gamma, & 0 \\ 0, & \beta, & \delta, & 1 \\ \alpha\gamma' - \gamma\alpha', & -\gamma', & \alpha', & 0 \end{vmatrix} = 0$$

co rovnicí roviny tečné nové plochy rozvinutelné; odečteme-li třetí řádek od prvního a rozvedeme-li determinant pak dle prvků prvního řádku, obdržíme rovnici tu v rozvinutém tvaru

$$\begin{aligned} \xi(\alpha\alpha' + \gamma\gamma') + (\eta - \beta)[\gamma(\alpha\gamma' - \gamma\alpha') - \alpha'] \\ - (\xi - \delta)[\alpha(\alpha\gamma' - \gamma\alpha') + \gamma'] = 0. \end{aligned} \quad (29)$$

Abychom konečně obdrželi rovnici plochy rozvinutelné, kterou tato rovnice obsahuje, třeba jen rovnici tuto dle t derivovati a z obou rovina pak t vyloučiti, aneb možná též rovnici (29) a její derivaci dle η a ξ řešiti, načež by plocha určena byla rovnicemi tvaru (1) jako plocha původní.

(Pokračování).

O základních zákonech psychofysických.

Napsal

J. Kapras v Brně.

(Dokončení.)

Správný způsob odvození zákona psychofysického byl by tento:

Přísluší-li rozdílu popudovému ($\beta' - \beta$) rozdíl pocitový ($\gamma' - \gamma$), a je-li přední rozdíl jen znatelný ($k\beta''$), jest druhý stálý (C), tak že můžeme psáti:

*) Ibid. str. 25.

$$\frac{\gamma' - \gamma}{\beta' - \beta} = \frac{C}{k\beta''} \quad \text{čili} \quad \frac{1}{\beta' - \beta} \int_{\gamma}^{\gamma'} d\gamma = \frac{C}{k\beta''},$$

bude, píšeme-li $\gamma = f(\beta)$,

$$\frac{1}{\beta' - \beta} \int_{\beta}^{\beta'} f'(\beta) d\beta = \frac{C}{k\beta''},$$

z níž vyjde podlé známé relace

$$\int_a^b f(x) dx = (b - a) f[a + \varepsilon(b - a)]$$

$$\frac{1}{\beta' - \beta} \int_{\beta}^{\beta'} f'(\beta) d\beta = f[\beta + \varepsilon(\beta' - \beta)].$$

Poněvadž Webrův zákon, značí-li u právě znatelný rozdíl popudů, z nichž menší jest β'' a k nějakou stálou veličinou, vyjádřen vztahem zní: $u = k\beta''$, můžeme psáti

$$u = k[\beta + \varepsilon(\beta' - \beta)],$$

čili klademe-li

$$\beta + \varepsilon(\beta' - \beta) = R \quad \text{a} \quad f(R) = E, \quad f'(R) = \frac{C}{kR} = \frac{dE}{dR},$$

anebo:

$$dE = \frac{C}{k} \frac{dR}{R},$$

z čehož plyne, integrujeme-li a klademe-li B jakožto práh popudový,

$$E = \frac{C}{k} \lg \frac{R}{B},$$

jakožto konečný vzorec měrový.

Než kdyby i správně odvozen byl, jak jsme tuto naznačili, zákon ten předpokládá pro negativné popudy imaginární pocity, což jest prostý následek zákona prahového a jasným zamítacím rozsudkem nad zákonem F., a tím i nad vztahem, jakým F. zákon Webrův vyjádřil.

Jediné správné vztahy pro zákon W. jest

$$\frac{u}{\beta} = k\beta + \frac{b}{\beta} \quad \text{čili} \quad u = k\beta^2 + b,$$

aneb klademe-li $u = \beta' - \beta$:

$$\beta' - \beta = k\beta^2 + b.$$

Abychom naznačili, že závisí znatelnost rozdílu na obou popudech současně, píšeme, znamenajíce jako svrchu,

$$\frac{dE}{dR} = \frac{kR}{kR^2 + b},$$

z čehož se obdrží integrací

$$E = Kl(kR^2 + b) + C.$$

Uřídíme-li integrační stálou (C) pro případ, že pocit $E=0$, když popud $R=0$, a klademe-li β místo R a γ místo E , dostaneme konečný a základný vzorec psychofysický:

$$\gamma = Kl \frac{k\beta^2 + b}{b}.$$

Vzorec tento platí pro všechny stavy psychické, a jest prost vad a nedostatků, které ve vzorci Fechnerově se vyskytují. Pro stavy psychické nad prahem vědomí se nalézající dlužno klásti

$$C = -kl \frac{kb^2 + b}{b},$$

tak že základný vzorec přechází v rovnici:

$$\gamma = Kl \frac{k\beta^2 + b}{kb^2 + b}.$$

Fechner věnuje Langrovým náhledům příslušného povšimnutí a právem, jak se nám zdá, tvrdí, že jeho námitky ve mnohém vzhledu jsou nedostatečny a nesprávný.

Předně není pravda, že F. zákon svůj toliko methodou jen znatelných rozdílů popudových vystavil. On užívá tří různých method, a Delboeuf, který na základě metody Plateauovy pokusy konal, formálně k těmž výsledku přišel.

Jak se zdá, nebyly Langrovi ani pokusy D. známy, neboť jinak by se byl nemohl domýšleti, že vzorcem $u = k\beta$ zákon Webrův vyznačiti se může.

Dále není pravda, že F. operoval s pouhými představami a že nehleděl subjektivních okolností,¹⁾ nýbrž pravda jest, že spíše všude hleděl k tomu, aby působení těchto okolností poměrně nejméně aneb vždy stejně na celkový výsledek se jevilo, drže se toho, jak sám praví, co mu nejpřirozenějším a nejjednodušším se býti zdálo, že když při pokusech, při nichž

¹⁾ Fechner (Elemente I. p. 99).

měnlivé popudové veličiny se vyskytují, okolnosti tytéž jsou, stálost zdánlivého rozdílu pocitového na stálosti pravého rozdílu pocitového záviseti musí, čili slovem, že skutečný rozdíl popudový se nemění, když zdánlivý či uvědomělý se nemění a když okolnosti se nemění.²⁾

Mimo to dlužno namítati proti L., že i jeho vzorec základný z nesprávně pojatého zákona W. a zákona prahového jest uměle odvozen, že nezakládá se na pokusech a pozorování, že současné pozorování dvou popudů (na př. dvou vedle sebe položených bodů) neděje se pouze obnovováním představ, že konečně jeho míchání paměti do pozorování vede k řadě nekonečné, poněvadž leží-li v upomínce každá představa v intervallu dvou představ, dlužno pro každou z těchto předpokládati opět zvláštní intervall a tak do nekonečna.

Ostatně Langer sám doznává,³⁾ že jen na základě četných a správných pokusův a pozorování možno na to pomýšleti, zákona Webrova pravost dokázati, k čemuž dokládáme, že rovněž jen na tomtéž základě nepravdivost jeho dovozována býti může. Poněvadž ale Langer na pozorování nestaví, na jeho námitky proti zákonu W. nelze nám proto rozhodně přistoupiti.

G. E. Müller⁴⁾ nepochybuje o pravdivosti zákona W. alespoň v některých oborech smyslových,⁵⁾ ale nesouhlasí ani s jeho odvozením ani s jeho výkladem, jakožto zákona „psychofysického“. Fechner totiž staví odvození zákona svého na existenci prahu, jemuž význam psychofysický dává, což dle Müllerova náhledu zakládá se ve zvláštním ponětí o sídle duševním, jakož i v tom, že činnost psychofysická ve spaní jest utlumena.⁶⁾

Poněvadž existence prahová má toliko ve smyslu fyziologickém nějaký význam, pokud totiž jest dlužno, aby popud měl jistou sílu, by až k mozku přiveden a tam dojmem uvědoměn býti mohl, jest nezbytno, zákonu Webrovu fyziologický význam podkládati, t. j. jej za výraz poměr mezi zevnějším drážditelem

²⁾ *idem* (In Sachen p. 46).

³⁾ *Langer* (l. c. p. 71).

⁴⁾ *Zur Grundlegung der Psychophysik*, Berlin 1878.

⁵⁾ *Müller* (l. c. p. 224).

⁶⁾ *Müller* (l. c. p. 352, 358).

a jemu příslušným podrážděním tělesným vyjadřující považovati, kdežto mezi tělesným podrážděním a pocitem nejlépe jest prostou úměrnost klásti.¹⁾

Odvození zákona pak M. takto provádí:

$$\text{Z rovnice: } \gamma' - \gamma'' = f\left(\frac{\beta'}{\beta''}\right), \quad \gamma'' - \gamma''' = f\left(\frac{\beta''}{\beta'''}\right),$$

které vyjadřují, že rozdíl pocitový závisí na poměru popudovém, dostaneme sečtením:

$$\gamma' - \gamma''' = f\left(\frac{\beta'}{\beta''}\right) + f\left(\frac{\beta''}{\beta'''}\right).$$

Jelikož ale dle obdoby jest též $\gamma' - \gamma''' = f\left(\frac{\beta'}{\beta'''}\right)$, můžeme psáti:

$$f\left(\frac{\beta'}{\beta''}\right) + f\left(\frac{\beta''}{\beta'''}\right) = f\left(\frac{\beta'}{\beta'''}\right)$$

čili: $f\left(\frac{\beta'}{\beta''}\right) + f\left(\frac{\beta''}{\beta'''}\right) = f\left(\frac{\beta'}{\beta''} \cdot \frac{\beta''}{\beta'''}\right)$,

což dle známého $f(x) + f(y) = f(xy)$ jest správně, je-li úkon (f) logarithmem, tak že první naše rovnice jest:

$$\gamma' - \gamma'' = kl \frac{\beta'}{\beta''},$$

z které jde:

$$\gamma = kl \beta.$$

Hledíme-li k obmezené platnosti zákona Webrova jednak v jednotlivých oborech smyslových, jednak i v určitých mezích jednoho druhu pocitového, můžeme místo β klásti²⁾ $\varphi(\beta)$, tak že konečný vzorec jest:

$$\gamma = kl \varphi(\beta),$$

z čehož přímo jde $d\gamma = k \frac{\varphi'(\beta)}{\varphi(\beta)} d\beta$.

Pro střední hodnoty popudové můžeme klásti $\varphi(\beta) = \mu\beta$, a vzorec základný pak jest:

$$\gamma = kl \mu\beta = k(l\beta + l\mu).$$

Nelze popírati, že dedukce Mülleroва jest správná a všech-
likých zvláštních hypothes prosta.

¹⁾ *idem* (l. c. p. 366): „Die Annahme, dass psychische und physische Intensität einander proportional gehen, ist die naheliegendste.“

²⁾ Úkon φ jest pro různorodé pocity různý, a dlužno jej zvláště stanoviti pro jednotlivé pocity.

Na první pohled podívno by se zdáti mohlo, že poměr mezi dvěma naprosto fyzickými stavy jest logaritmický, kdežto přece poměry přirozené prý jsou jednoduché. Než tomu není tak. Též poměry závislosti mezi přírodními a zevnějšími veličinami jsou dosti často logaritmické. Upozorňujeme na př. jen na vzorec, jímž se závislost transparence na tloušťce průhledné stěny stanoví,¹⁾ neb na poměr závislosti, který je mezi rozdílem výškovým dvou stanic a příslušnými výškami tlakoměrnými.²⁾

Jiná však a pro nás důležitější otázka jest, odkud ví Müller o této logaritmické závislosti fyziologické, a z čeho soudí na prostou úměrnost mezi fyziologickými a psychickými změnami? Co se týče prahu tak řečeného psychofysického, čili, jak M. myslí, psychologického, rádi doznáváme, že ponětí jeho fyziologické lépe se hodí, neboť i Fechner³⁾ zří v prahu tom něco paradoxního; rovněž spíše bychom se přidrželi „prahu rozdílového“ než „prahu popudového“, ale zdá se nám, že vyloučivše ze vzorce *opraveného*, jak jej Müller nazývá, naprosto hodnotu prahovou, kteráž, ať plyne z čehokoli, jest v každém oboru pocitovým hodnotou realnou, vzdali jsme se veličiny, jíž zajisté porovnávajíce různé síly pocitové často postrádati budeme. Ostatně jest Müllerovo ponětí problému sice neurčitější než Fechnerovo, za to ale spíše se hodí pro četné a různorodé stavy.

Na tomtéž základním stanovisku stojí *E. Mach*.⁴⁾

On přímo nesouhlasí s pojmenováním zákona, který stojí dle F. jednou nohou na fyzické a druhou na psychické půdě. Tak řečeným zákonem psychofysickým toliko vztah prvního popudu k poslednímu dojmu se vyznačuje, a proto není zákon ten ani ryze fyzický, ani ryze psychický, jak Wundt se domnívá, ani psychofysický, jak Fechner myslí, nýbrž prostě *organický*.⁵⁾

¹⁾ Je-li stěna průhledná tloušťky x , dopadá-li světlo intensity i , a je-li síla světla prošlého J , jest $x = Kl \frac{i}{J}$.

²⁾ $D = Cl \frac{B}{b}$, kdež D znamená rozdíl výškový dvou stanic, B a b výšky tlakoměrné, C stálou na teplotě a zeměpisné šířce míst závislou.

³⁾ *Fechner* (Elemente I. p. 246).

⁴⁾ Ueber die physiol. Wirkung r. v. Lichtreize, 1868.

⁵⁾ *Mach* (l. c. p. 2).

t. j. v organismu lidském založený zákon. Ovšem dle toho, jak na process filtrační v nervstvu hledíme, můžeme jej nazvati organicko-fysickým aneb organicko-psychickým a vyjádřiti, majíce zření jednak na prostou úměrnost popudu s dojmem a na plochu předmětu (f) a na plochu obrazu na sitnici (f'), vzorcem:
$$E = \frac{i^2(f + f')}{(if + i'f')^2}$$
, kdež E značí intensitu dojmu, i sílu popudovou, i' sílu popudovou z nervstva vycházející.⁶⁾

Souhlasíme úplně s M., pokud jmenuje, stoje na stanovisku monistickém, zákon ten organickým, než nemáme ničeho proti pojmenování s náterem dualistickým, poněvadž víme, že nemá se jím vyznačiti realný, nýbrž jen faenomenalný dualismus, o jehož oprávněnosti ani psychologičtí materialisté nepochybují. O prosté úměrnosti mezi popudem a posledním dojmem smyslovým sice podle obdoby soudíme, avšak důkaz z obdoby nemá naprosté moci přesvědčivé. Ostatně Mach přiznává, že dojem se nemění, zůstává-li poměr popudů týž, jak Weber stanovil, a sám myslí, že svým vzorcem zcela nepostihl pravdy.¹⁾

Aubertovi,²⁾ který dosud nejlepší pokusy v oboru pocitů zrakových konal, zdá se, že zákon Fechnerův může býti základem psychofysického bádání dalšího, ačkoli jest mu doznati, že pro pocity zrakové se o správnosti jeho nepřesvědčil.³⁾

Než pohlédneme-li zevrubněji na jeho výtečné pokusy a výsledky z nich, jest nám jen přílišné úzkostlivosti přičítati, že A. vzorce Helmholtzova pravým a dostatečným neuznal, neboť,

⁶⁾ *Preyer* (Physil. Abh. I. p. 65).

¹⁾ *idem* (l. c. p. 3): „Natürlich ist dies nicht die ganze Wahrheit . . ., ich nehme an, dass immer eine gleiche Erregung eintritt, wenn die Reize in demselben Verhältnisse stehen. Die Analogie spricht dafür, dass dies auf der Organisation der Sinne beruht.“

²⁾ *Physiologie der Netzhaut*, Breslau 1865.

³⁾ *Aubert* (2. c. p. V.): „Im Allgemeinen scheint mir die Angelegenheit so zu stehen: Bestätigt sich Fechner's Gesetz für alle anderen Sinnesgebiete, so wird der Lichtsinn eine Ausnahme machen, für die ein besonderer Grund ausfindig gemacht werden muss; aber auch, wenn diese Abweichung des Lichtsinnes nicht erklärt werden kann, wird man die Gültigkeit des Gesetzes in allen anderen Sinnesgebieten vorausgesetzt, das psychophysische Gesetz als *Grundformel* für die weiteren psychophysischen Entwicklungen bestehen zu lassen berechtigt sein.“

jak sám doznává,⁴⁾ výsledky jeho v celku souhlasí s výsledky Helmholtzovými.

Aubertovy studie o pocitech zrakových jsou právě perly psychofysické, dlužno však o nich jednati v části experimentálné.

Brentano,⁵⁾ jeden z málo filosofův ex professo, kteří o zákonech Fechnerových samostatně přemýšleli, nepovažuje zákon F. za výsledek zkušenosti a pokusův F., neboť z nich prý jde toliko, že rozdíl pocitový se nám *zdá* stejným, ale zdali též vždy stejným jest, zůstává-li poměr popudový čili (dle Brentana) *jsou-li popudy stejně nepodobny*,⁶⁾ nelze říci.

Rovněž ohled na subjektivné okolnosti se mu nedostatečným býti zdá, zejména prý naprosté nevšímání si pozornosti správnosti výsledku je na závadu.

Zvláštního a vlastního zákona B. nestanoví, pro jeho však názory, jak Fechner ze soukromé korespondence s ním seznal,⁷⁾ hodí prý se vzorec Plateau-ův, od něhož, jak známo, Pl. později sám upustil, maje jej za nedostatečný a nesprávný.

O tom, co se nám *zdá* a co skutečně *jest*, pokud na zjevy hledíme, není třeba rozhodovati, neboť nikterak se nedotýká zákona psychofysického vůbec.

(Dokončení.)

O čtvrtém stavu aggregačním čili o hmotě zářící.

Napsal **Fr. Fr. Čecháň**, asistent fysiky na vysokém učení technickém.

Dne 22. srpna l. r. ve shromáždění „British Association“ přednášel *William Crookes* o thematu svrchu uvedeném a živý interes, který přednáška ta vzbudila všeobecně, byl mi dostatečnou pohnutkou, abych v krátkých rysech podal i našim přátelům přírodních věd obsah přednášky té, použiv materiálu

⁴⁾ *idem* (l. c. p. 84). Srov. *Helmholtz* (Phys. Opt. p. 315).

⁵⁾ *Psychologie vom empirischen Standpunkte*, 1874 I.

⁶⁾ *Brentano* (l. c. p. 88): „Nur wenn die beiden Erscheinungen im gleichen Grade unähnlich sind, wird also ihre Verschiedenheit in gleicher Weise auffallen.“

⁷⁾ *Fechner* (In Sachen p. 25).