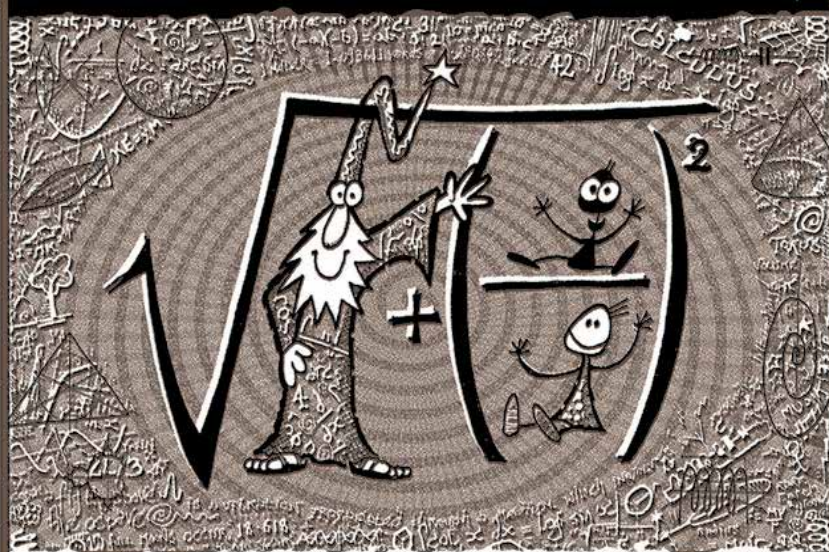
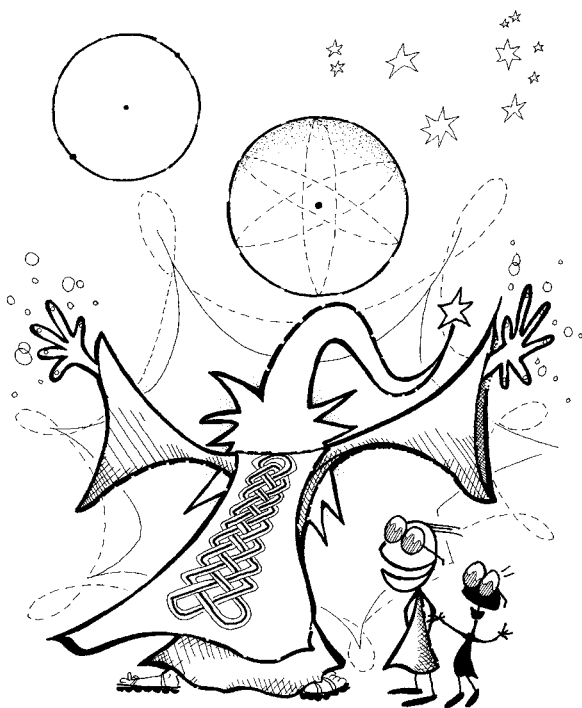


\* NEPOSTRADATELNÉ  
\* MATEMATICKÉ A FYZIKÁLNÍ  
\* VZORCE  
\*



Matthew Watkins





Uzly se dají vázat pouze v trojrozměrném prostoru. V méně než třech dimenzích nelze uzel zavázat, ve vícedimenzionálním prostoru se naopak každý uzel rozváže.

**Matthew Watkins**  
**NEPOSTRADATELNÉ MATEMATICKÉ**  
**A FYZIKÁLNÍ VZORCE**

Copyright © 2000, 2012 by Matthew Watkins  
Revised edition © Wooden Books Limited, 2012  
Published by Arrangement with Alexian Limited.

Translation © Jiřina Vítů, 2016

Design and typeset by Wooden Books Ltd, Glastonbury, UK.

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být  
rozmnožována a rozšiřována jakýmkoli způsobem bez  
předchozího písemného svolení nakladatele.

Druhé vydání v českém jazyce (první elektronické).

Z anglického originálu *Useful Mathematical & Physical Formulae*  
přeložila Jiřina Vítů.

Odpovědný redaktor Zdeněk Kárník.

Redakce Marie Černá.

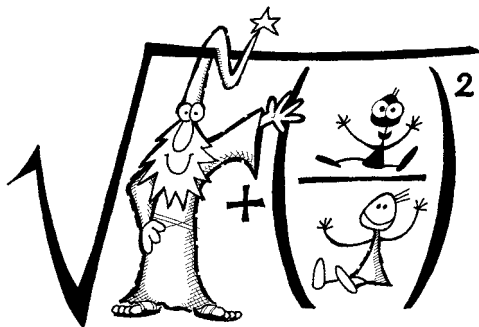
Sazba Tomáš Schwarzbacher Zeman.

Konverze do elektronické verze Michal Puhač.

Vydalo v roce 2016 nakladatelství Dokořán, s. r. o.,  
Holečkova 9, Praha 5, dokoran@dokoran.cz, www.dokoran.cz,  
jako svou 808. publikaci (214. elektronická).

**ISBN 978-80-7363-747-7**

# NEPOSTRADATELNÉ MATEMATICKÉ A FYZIKÁLNÍ VZORCE



sestavil

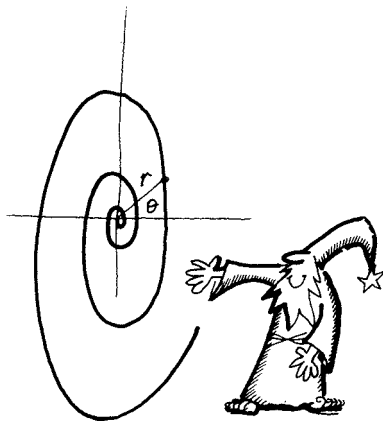
*Matthew Watkins*

ilustrace

*Matt Tweed*

Tuto knihu věnuji mamince a tatínkovi, a také Inge,  
která mi ukázala, že ty opravdu důležité věci  
asi nelze vyjádřit rovnicemi.

Jako rozšiřující literaturu doporučuji  
*Number and Time* (Číslo a čas) od Marie-Louise von Franzové  
a *A Beginner's Guide to Constructing the Universe:*  
*The Mathematical Archetypes of Nature, Art and Science*  
(Jak sestrotit vesmír pro začátečníky: Matematické archetypy  
přírody, umění a vědy) od Michaela S. Schneidera.



## *Obsah*

Úvod	1
Trojúhelníky	2
Rovinné obrazce	4
Tělesa	6
Analytická geometrie	8
Trigonometrie	10
Goniometrické vzorce	12
Sférická trigonometrie	14
Kvadratické rovnice	16
Matice a vektory	18
Exponenciály a logaritmy	20
Průměry a pravděpodobnosti	22
Kombinace a permutace	24
Statistika	26
Keplerovy a Newtonovy zákony	28
Gravitace a balistika	30
Energie, práce a hybnost	32
Rotace a rovnováha	34
Harmonický pohyb	36
Mechanické napětí, deformace a teplo	38
Kapaliny a plyny	40
Zvuk	42
Světlo	44
Elektřina a náboj	46
Elektromagnetické pole	48
Infinitezimální počet	50
Komplexní čísla	52
Teorie relativity	54
Přílohy	56

# ROVNICE KVANTOVÉ MECHANIKY

Planck - kvantum energie

$$E = hf$$

$h$  = Planckova konstanta

Einstein - energie

$$E = mc^2 = \rho c$$

vlnová funkce v klasické mechanice

$$\psi = A \cos\left(\frac{2\pi r}{\lambda} - \omega t\right)$$

rychlost světla

$$c = f\lambda$$

$f$  = frekvence

$$\hat{i} = \sqrt{-1}$$

hybnost  
 $\vec{p} = m\vec{c}$

$m$  = hmotnost

kinetická energie

$$E = \frac{1}{2} m c^2 = \frac{p^2}{2m} \quad \star$$

de Broglieova vlna

$$\lambda = h/p$$

vlnové číslo

$$\frac{2\pi c}{\lambda} = \frac{p}{\hbar}$$

Diracova konstanta

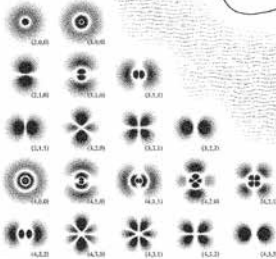
$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

úhlová rychlost

$$\omega = 2\pi f = \frac{E}{\hbar} \quad \star \quad \star$$

Eulerova rovnice

$$e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta \quad \star$$



$\star$  Schrödingerova rovnice

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \psi(x,y,z,t) = \left( -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(x,y,z) \right) \psi(x,y,z,t)$$

operátor energie

zjednodušený tvar

$$\hat{E} \psi = \hat{H} \psi$$

kinetická energie + potenciální energie

Hamiltonův operátor

dávající pravděpodobnost

$$\nabla^2 \text{ je Laplaceův operátor } \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

# ÚVOD

---

---

V této knize předkládáme čtenáři základní matematické a fyzikální vzorce v přívětivé a snadno použitelné podobě.

Využití čísel a symbolů k modelování, předpovídání a ovládní reality je mocnou zbraní a může někdy připomínat i magii. Kdo ovládne tyto schopnosti, nestává se ale bohužel automaticky moudrým a prozíravým. I kvůli tomu jsme svědky šíření nebezpečných technologií, rostoucí touhy lidí po *kvantitě* a snahy podřizovat vše pouze ekonomickému růstu. Čtenáře proto nabádáme, aby obsah této knihy používal s příslušnou obezřetností.

Na druhou stranu, s pomocí matematiky můžeme nacházet souvislosti i ve zdánlivě velmi odlišných oblastech. Například světlo a elektřina, dříve dvě nezávislá témata, jsou nyní spojena teorií *elektromagnetického pole*.

Skvělým příkladem „dvousečné zbraně“ je pravděpodobně neznámější rovnice na světě, Einsteinova  $E = mc^2$ , která bude navždy spojena jak s vynálezem jaderných zbraní, tak i s vědeckým objevem jednoty hmoty a energie.

Ať vás úžas a potěšení z vědění nikdy neopouští!



# TROJÚHELNÍKY

## a jejich různé středy

V *pravoúhlém trojúhelníku* platí *Pythagorova věta*: obsah čtverce sestaveného nad přeponou (stranou protilehlou pravému úhlu) je roven součtu obsahů čtverců nad dvěma kratšími stranami – odvěsnami (*naproti vlevo nahoře*):

$$a^2 + b^2 = c^2 \text{ nebo ekvivalentně } c = \sqrt{a^2 + b^2}.$$

Součet vnitřních úhlů trojúhelníku =  $180^\circ$  neboli  $\pi$  radiánů.

$$\text{Obvod } o = a + b + c$$

$$\text{Obsah } S = \frac{1}{2}bv = \frac{1}{2}ab \sin \gamma \text{ (naproti vpravo nahoře)}$$

Sinová věta:  $\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = 2r$ , kde  $r$  je *poloměr kružnice opsané*.

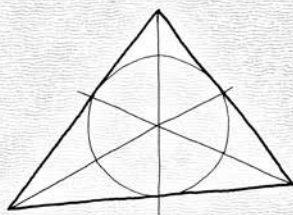
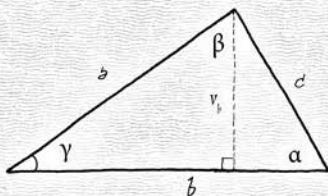
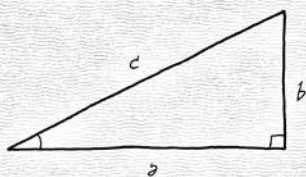
*Těžiště* spojuje vrchol se středem protilehlé strany. Všechny tři *těžiště* se protínají v jednom bodě, který se nazývá *těžiště*:

$$t_a = \frac{1}{2}\sqrt{2(b^2 + c^2) - a^2} \quad t_b = \frac{1}{2}\sqrt{2(c^2 + a^2) - b^2} \\ t_c = \frac{1}{2}\sqrt{2(a^2 + b^2) - c^2}$$

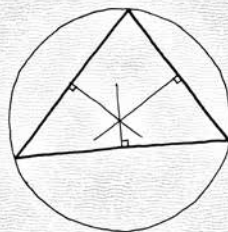
*Výška* je úsečka procházející vrcholem, která je kolmá na protilehlou stranu (nebo její prodloužení vně trojúhelníka):

$$v_a = \frac{2S}{a} \quad v_b = \frac{2S}{b} \quad v_c = \frac{2S}{c}$$

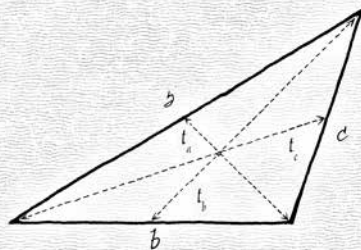
Všechny tři výšky se protínají v *ortocentru*.



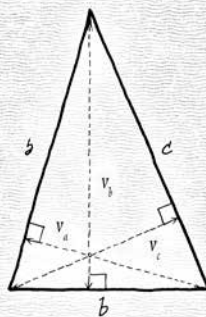
*střed kružnice vepsané leží  
v průsečíku os úhlů*



*střed kružnice opsané leží*



*těžišce spojují vrcholy a středy stran*



*výšky se protínají v ortocentru  
(které nemusí vždy ležet uvnitř trojúhelníka)*