Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Václav Skalický

Funkce tabulek v matematickém a fysikálním vyučování

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 67 (1938), No. Suppl., D269--D277

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/120810

Funkce tabulek v matematickém a fysikálním vyučování.

Václav Skalický. Pardubice.

I. Úvod. V souhlase s „Poznámkami k osnovám" jest i na užívání rozmanitých tabulek v matematice pohlížeti se dvou stran: Žákům se má dostati jistých vědomostí matematických a má se přispěti k rozvoji jejich úsudku. Uvažme nejdříve, jakým způsobem a do jaké míry přispívá užívání sbírky tabulek v těchto dvou směrech didaktickým i výchovným cílům vyučování.

O přímém zisku na matematických vědomostech nemůže býti v tomto případě ani řeči: Nikdo z nás nedívá se na sbírku tabulek jako na učebnici. Mají-li tedy tabulky po této stránce vůbec nějaký význam, může to být význam jen sekundární, čímž ovšem není vůbec míněno, že by byl nějak podřadný nebo dokonce bezcenný.

V druhém směru bychom byli ochotni (při povrchním úsudku) přisouditi tabulkám rovněž nepatrný význam. Jistě jest možno namítnouti, že pomůcka ryze technického rázu, jakou tabulky vskutku jsou, nemůže přispívati přílišnou měrou k rozvoji úsudku. Nechápeme-li však význam pojmu úsudek příliš úzce, objevíme při podrobnějším zkoumání bezpodstatnost této námitky. Uveďme jen hlavní důkazy:

1. Vůdčím pojmem moderní matematiky jest pojem funkce. Matematické vyučování má pěstovati funkční myšlení. Tabulka jest jedním druhem výrazu funkční závislosti. Co znamená pro výchovu k funkčnímu myšlení na př. jen interpolace tabulková, není třeba jistě vykládati.

2. Jedním z podstatných znaků moderního vyučování matematického jest zřetelný příklon k praksi. Ta však nezná úkolů, v nichž na př. odmocniny hladce „vycházejí" (jak tomu říkají naši žáci), úkolů toho druhu, jenž plní často sbírky úloh. Nemá-li soudnost žáků těmito úlohami pěstovaná uváznouti na mělčině, jest nutno řešiti také úkoly s čísly majícími povahu skutečného měření, skutečných statistických dat a pod. Takovéto cvičení soudnosti se však bez pomůcek technického rázu vůbec neobejde.

3. Užívání tabulek může býti velmi užitečné ve fysikálním praktiku, jež je přímým dodavatelem praktických problémů, a o jehož formálně vzdělávacím významu není třeba debatovati. Zde zvláště nápadně vynikne, jak matematikou prakse je matematika aproximativní.

4. Stane-li se užívání tabulek ve škole zcela běžnou věcí, získají žáci schopnost rozuměti i jiným tabulkám, jinak zaříze-

ným, s nimiž přijdou do styku v životní praksi, a naučí se též příslušné tabulkové schopnosti vyjadřovací.

V druhém z vyjmenovaných bodů jest obsažena též možnost najíti onen sekundární význam užívání tabulek pro zisk na vědomostech. Úspora času, jež je nepopiratelná, vede k možnosti prohloubiti učivo v některých směrech, zařaditi do každé z úloh něco nového, a tím zvětšiti materiální zisk vyučování.

Soudím, že mnohý z čtenářů bude souhlasiti s mým dojmem, že tabulek, jež žákům předpisujeme (Valouchovy tabulky, 10. vyd.), nebývá vždy a všude využito tak, jak by mohlo. Chci ukázati, že není ani nutné, ani prospěšné omezovati se na obvyklou část týkající se logaritmů dekadických, na tabulky trigonometrické a národohospodářské. Chci tak učiniti zvlášť pro aritmetiku, geometrii a fysiku v tom pořadí, v němž se učebná látka těchto předmětů probírá. Na úplnost a původnost nečiní si ovšem tato práce nároku.

II. Tabulky v aritmetice. Prvou příležitostí k užívání tabulek je *mocnění* a *odmocňování* čísel zvláštních. Každému je jistě známo, jakou nechuť mívají žáci k tomu, aby mocnění, na něž při řešení nějakého úkolu narazí, provedli podle odvozeného receptu, a jak rádi je nahradí násobením. Lehko zjistíme proč. Nikdy nebudeme míti tolik času, abychom algoritmus mocnění procvičili tak, aby přešel žákům do krve; nevyskytne se totiž tak často jako násobení. Konečně, se stanoviska prakse není zvláštní předpis pro třetí mocniny čísel víceciferných vůbec něčím výhodným.

Snaha po maximálním didaktickém zisku při minimálním zatížení žákovy paměti a minimální ztrátě času přivede nás k hojnějšímu užívání tabulek mocnin. Tím nemá býti řečeno, že máme zvláštní předpis pro mocnění vůbec pomíjet, neboť je se stanoviska metodického nezbytný k výkladu odmocňování, jehož výkon nelze obejíti užitím výkonů nižších. Podle mého soudu jest přijatelná tato střední cesta:

1. Algebraická pravidla o mocnění mnohočlenů požadujeme nekompromisně.

2. Dvojmoci dvojciferných čísel píšeme známým způsobem přímo (od konce) podle vzorce $a^2 + 2ab + b^2$. Trojmoci takových čísel podle vzorce $a^3 = a^2 \cdot a$.

3. V ostatních případech užijeme tabulek přímo nebo zčásti (pro čísla čtyr- a víceciferná). Výklad jest obsažen v učebnici Bydžovský-Teplý-Vyčichlo (BTV).

4. Tabulek užijeme i k mocnění čísel neúplných; musíme však vymeziti náležitě platnost cifer ve výsledku.

Příklad: $27{,}4^2 \ldots . = 750{,}76 \doteq 751$
47 2

Představíme-li si výkon jako násobení neúplných čísel, určíme snadno spolehlivý řád výsledku.

Odmocniny hledáme buď přímo nebo interpolací. Učebnice BTV vykládá interpolaci odmocnin pomocí tabulek mocnin. Způsob ten je však poněkud těžkopádný. Pohodlněji se pracuje s tabulkou odmocnin; je to způsob snazší i přesnější.

Příklad 1. (týž jako v BTV)

$$\sqrt{7{,}693} = x. \qquad \begin{aligned} \sqrt{7{,}69} &= 2{,}77308\bar{5} \\ \sqrt{7{,}70} &= 2{,}774887 \\ \hline \Delta \text{ tab.} &= 0{,}001802 \\ {}^3/_{10}\Delta &= 0{,}000541 \\ x &= 2{,}773626. \end{aligned}$$

Příklad 2. $\sqrt{0{,}7693} = x.$

$$\begin{aligned} \sqrt{0{,}76} &= 0{,}87177979 \\ \sqrt{0{,}77} &= 0{,}87749644 \\ \hline \Delta \text{ tab.} &= 0{,}00571665 \\ {}^9/_{10}\Delta &= 0{,}00514499 \\ {}^3/_{100}\Delta &= 0{,}00017150 \\ \hline x &= 0{,}87709628. \end{aligned}$$

Dobře musíme nacvičiti jistotu v upravování základů přechodným posunem desetinné čárky do mezí tabulek (při druhé mocnině o 2, 4, 6 míst, při třetí o 3, 6, 9).

Hledáme tedy $\sqrt{0{,}07693}$ jako $\sqrt{769{,}3}$ interpolací desetinnou, $\sqrt{7693}$ jako $\sqrt{76{,}93}$ interpolací setinnou.

Musíme též upozorniti na tabulku pro základy 1000—1100, jež má poněkud odchylný tvar, a kterou lze užíti bez interpolace pro čtyrciferná čísla v těchto mezích pro libovolnou polohu desetinné čárky.

Jest na př.:

1. $\sqrt{10{,}97} =$ 3,312099. Hledáme jako $\sqrt{1097}$ ve sloupci $\sqrt{n}$.
$\sqrt{109{,}7} =$ 10,473777. Hledáme ve sloupci $\sqrt{10n}$, neboť přípustným posunem desetinné čárky obdržíme $\sqrt{10970}$.

2. $\sqrt[3]{1{,}025} = 1{,}00826\bar{5}$. Hledáme jako $\sqrt[3]{1025}$.
$\sqrt[3]{10{,}25} = 2{,}172241$; $\sqrt[3]{102{,}5} = 4{,}679951$. Hledáme ve sloupci $\sqrt[3]{10n}$, resp. $\sqrt[3]{100n}$ z důvodů obdobných jako v příkladě 1.

O tabulkách mocnin a odmocnin bylo tu pojednáno s jistou obšírností, jíž nebude úměrna stručnost výkladu vztahujícího se k tabulkám dalším. Je to úmyslné; přiměřená obšírnost je na místě i při školním výkladu této látky, neboť je to první užití tabulek, a na prvních krocích velmi záleží zdar dalších.

Tabulky logaritmů dekadických jsou částí, jíž je z celé knihy používáno nejvíce. Méně je však asi užíváno tabulky 10^x, 10^y, 10^z na str. 107, vztahující se na výpočet logaritmů podle metody

Longovy vyložené v BTV. Logaritmus nesmí zůstati pro žáka jen užitečnou pomůckou k usnadnění složitých výpočtů. Má-li být logaritmus trvalým duchovním majetkem žákovým, musí žák vniknouti v podstatu logaritmu. Tabulky umožňují v domácím cvičení užíti i rychleji konvergujících mocnin 10^y nebo 10^z pro $y = \frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27} \ldots$ nebo $z = \frac{1}{5}, \frac{1}{25}, \ldots$ Výhodou užití 10^x pro $x = \frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \ldots$ jest, že se každý z dělitelů může vyskytnouti nejvýš jednou, kdežto při užití druhých dvou základů je nutno velmi často opakovati dělení týmž dělitelem, takže celkový výpočet nebývá kratší.

Na tomto místě jest třeba dotknouti se též otázky, zda užívati logaritmů pěti- či čtyrmístných. Ačkoli čtyrmístné by úplně stačily, užívá většina učitelů z důvodů formálního výcviku tabulek pětimístných. Autoři učebnice — jak se zdá — jsou rovněž toho názoru; stojí však za zmínku, že je to vlastně proti výslovnému znění „Poznámek“: „Užívání logaritmických tabulek se vyloží na tabulkách pětimístných, ale všude tam, kde to odpovídá přesnosti, s jakou byly měřeny dané veličiny, užije se tabulek čtyrmístných.“

Při řešení *exponenciálních rovnic* uvedením obou stran na mocniny téhož základu hodí se někdy **tabulka mocnin 2, 3, 5 a 7** zařazená na touž stránku s tabulkou pro výpočet logaritmů metodou Longovou. Táž tabulka hodí se i k řešení některých úloh *o geometrických řadách* a v složeném úrokování.

První skupina **tabulek aritmetiky národohospodářské.** V úlohách ze složeného úrokování žádejme zásadně řešení neužívající hotových vzorců; tedy vždy řadou. Teprve v součtu necháme zavésti za určité výrazy zkratky (střadatel, zásobitel, umořovatel). Snažíme se užívati co možná nejméně dělení, a naopak co nejvíce násobení. Pak může zásobitel vystupovati i v úlohách o úmoru, umořovatel v úlohách o rentě. Učme počítati zásadně jen s přesností mající praktický význam, tedy zpravidla na haléře. Naučíme-li žáky schopnosti sestaviti pro každý případ správně příslušnou rovnici pomocí řad, a vštípíme-li jim pravou funkci tabulek, nemusíme od nich žádati ani znalost rozepsaných vzorců pro zásobitele atd. Mají je na okrajích příslušných tabulek, jež tak jako tak musí mít, neboť zde se bez tabulek neobejdou při sebedůkladnější znalosti vzorců.

Při *kombinatorice* můžeme užíti často **tabulky faktoriálů,** zvláště jejich rozkladu v prvočinitele (krácení!); při větě binomické poslouží **tabulky binomických součinitelů** až po $n = 10$. Zde musíme nutně myslit na Lietzmanna, jenž považuje kombinatoriku za usychající větev středoškolské matematiky. Uschne ještě víc, zvítězí-li ve vyučování počtu pravděpodobnosti stanovisko kolektivistické. Jediný nadějný pupen na této mrtvé větvi, binomická věta $(1 \pm x)^n$ pro n lomené, jež má důležitost pro fysiku, na střední škole sotva se rozvine. Zpravidla rozhodne nedostatek času ve smyslu záporném, pro případ kladný jest i tu tabulka k disposici.

Pokračování tabulek národohospodářských tvoří **tabulka statistiky lidského života,** obsahující funkci l_x a některé funkce odvozené. Z nových sloupců může střední škola užíti $\mathring{e}_x$ (= střední délce života osoby x-leté). Tento pojem byl probírán již dříve v učebnicích i sbírkách úloh, avšak praktické jeho procvičování vyžadovalo sčítání dlouhých sloupců čísel, tím delších, čím nižší byl věk základní. Neopomeňme porovnati tabulku pro muže a ženy, po př. i v grafickém znázornění. Stačí, nanáší-li se na osu y l_x v tisících, a to pro hodnoty x postupující na příklad po pěti letech.

III. Tabulky v geometrii. Jejich úkol je tu dvojí: všeobecný a speciální. Všeobecně, jako praktické pomůcky k numerickým výpočtům, užíváme tabulek mocnin, odmocnin a později i logaritmů. Žádáme proto nošení tabulek do každé hodiny; užívá-li se jich důsledně, vyvine se to ostatně samo sebou. Pak se nemusíme omezovati na numerická data celistvá a taková, jež hladce „vycházejí"; geometrická prakse užívá čísel, jež jsou zřídka celá.

Speciální úkoly tabulek se počínají při výkladu *obvodu a obsahu kruhu.* Úvodem k němu je výpočet pravidelných mnohoúhelníků. Nemá valné ceny zabývati se důkladně numerickým výpočtem metodou ryze planimetrickou, existují-li pohodlnější prostředky trigonometrické. Důležité jest ovšem ukázati (obecně) možnost výpočtu pro řadu n s kvocientem 2, tedy základ Archimedovy metody. Potom vyložíme **tabulku prvků pravidelných mnohoúhelníků,** jež umožňuje poměrně rychlé řešení úlohy: Z veličin a_n, r_n, ϱ_n, P_n jsou dány dvě; jest vypočítati ostatní. Pak se nemusí ani ve stereometrii omeziti úlohy o pravidelných jehlanech a hranolech na $n = 3, 4, 6$, jak bývá zvykem. Co je však rovněž důležité, jest možnost ukázati konvergenci obvodů a obsahů mnohoúhelníků k obvodu a obsahu kruhu. Nové tabulky činí k tomu jistý náběh zařazením $n = 24, 48, 96$. Prospělo by však tomuto účelu zařazení ještě dvou řádků $n = 192, 384$. Shoda opsaného a vepsaného mnohoúhelníka by tím dosáhla obvyklých mezí.

Odvozené vzorce je však nutno dobře procvičiti. Úlohy o kruhu velmi usnadní tabulka různých čísel, jakož i poslední 3 sloupce tabulek mocnin a odmocnin čísel 1—1000 na str. 108—127. Tabulka různých čísel je nyní umístěna velmi vhodně — na první stránce. S její pomocí můžeme se vyhnouti vůbec dělení číslem π a jeho násobky nebo mocninami.

Příklady:

$$r = o\frac{1}{2\pi} = \frac{o}{2} \cdot \frac{1}{\pi} = \sqrt{P} \cdot \frac{1}{\sqrt{\pi}},$$

$$o = 2\sqrt{P} \cdot \sqrt{\pi}, \; P = \frac{o^2}{2} \cdot \frac{1}{2\pi} \text{ atp.}$$

Použití tabulek πn, $\frac{1}{4}\pi n^2$ a $n : \pi$ je jasné. Ostatně je naznačeno též ve vysvětlivkách k tabulkám.

Pracné vypočítávání *oblouků* a *výsečí* usnadní se užitím **tabulky obloukového měření úhlu** (arc α). Není však třeba na tomto místě výslovně zaváděti radián za jednotku úhloměrnou. Položme více důraz na to, aby žáci viděli ve značce arc zkratku za jistý složitější výraz, a aby dovedli s jistotou užívati příslušné tabulky. Ve fysice ovšem hraje oblouková míra důležitou úlohu, a tu je podle mého názoru k zavedení nové úhloměrné jednotky nejvhodnější příležitost; žáci jsou tu již zvyklí na to, že jednotky volíváme tak, aby vzorce dostaly nejjednodušší tvar, konstanty se staly jedničkami a pod.

Ve *stereometrii* uplatní se opět značně tabulka různých čísel. Najdeme tu nejen $\frac{4}{3}\pi$, ale také $\frac{1}{6}\pi$ k výpočtu objemu koule z průměru (získaného měřením), a mnoho jiných konstant.

Můžeme počítati na př. pro kouli:

$$r = \frac{\sqrt{S}}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\pi}} = \sqrt[3]{V} \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi}},$$

$$V = \frac{S}{6}\sqrt{S}\frac{1}{\sqrt{\pi}}, \; S = \sqrt[3]{36V^2} \cdot \sqrt[3]{\pi} \text{ atp.}$$

Tabulky funkcí goniometrických a jejich logaritmů patří k nejužívanějším a způsob jejich používání je běžný. Jen logaritmům funkcí úhlů do 4° a od 86° jest třeba věnovati zvýšenou pozornost. Řešení jednoduchých obrazců zahrnuje v sobě i úlohy o pravidelném mnohoúhelníku. Příslušná tabulka, o níž byla již řeč výše, může míti funkci kontrolní; právě tak **tabulka tětiv, výšek oblouků a obsahů úsečí v jednotkovém kruhu.**

Úlohy o době východu a západu Slunce a pod. ve *sférické trigonometrii* vyžadují často převodu míry časové v úhlovou a naopak. Pro tento případ je zařazena tabulka: **Převod míry úhlové a míry časové** v sousedství tabulky pravidelných mnohoúhelníků.

IV. Fysika a fysikální praktikum. Úkol tabulek je tu dán přirozeným požadavkem osnov, aby na vyšším stupni vystoupila do popředí kvantitativní stránka zjevů. Učebnice upozorňují na příslušných místech na tabulky hustot, koeficientů tření, různých veličin astronomických atd. Neukáže-li se však na nějakých příkladech jejich užívání, jest upozornění na ně téměř zbytečné.

Snižování počtu hodin při samozřejmém požadavku zařaditi do učiva novější objevy ovšem nepřispěje k výcviku v užívání tabulek. Jest vlastně jen jedna možnost, jak fysikálních tabulek na střední škole aspoň částečně využíti: *fysikální praktikum.*

V praktiku mají tabulky předně *funkci kontrolní.* Vede k ní také požadavek osnov, aby úloha byla zakončena kritikou měření. I značnější nesouhlas (ostatně při poctivé práci častější než ideální souhlas — připravme na něj žáky!) může být užitečný svým podnětem k úvahám o příčinách.

Sem patří měření: hustot různými metodami, rychlosti zvuku ve vzduchu na základě resonance, koeficientů tření, indexů lomu a j.

Uvedu podrobněji úlohu týkající se Kundtovy trubice. Měříme rychlost zvuku ve skleněné tyči ze známé rychlosti zvuku ve vzduchu. Výsledek porovnáme s tabulkou týkající se pružnosti a příbuzných veličin. Také mohou žáci vypočítati modul pružnosti skla; příslušné poučení najdou v záhlaví tabulky. Při jednom provádění této úlohy jistý žák s hudebně cvičeným sluchem dokonce odhadl tón tyče (bez udání oktávy); to nás přivedlo k pozorování tabulky normálního ladění. Z vypočítaného kmitočtu určen tón i s příslušným označením oktávy. Žáci nejdříve pokládali dosti velký rozdíl kmitočtů za značnou chybu, po upozornění však zjistili, že interval obou je menší než půltón; uvědomili si tak pravý význam relativní výšky.

Druhá funkce tabulek spočívá v tom, že nám dodávají *hodnoty veličin a konstant,* ze kterých spolu s naměřenými získáváme výpočtem veličiny další.

Zde budiž uvedeno: Složení mince (Ag — Cu) v % podle váhy i objemu nebo zředěného lihu; tabulky nám poskytnou přesné hodnoty hustot. Potvrzení Faradayova zákona elektrolysí vody; v tabulkách najdeme Faradayovu konstantu a hustoty plynů nebo použijeme tabulky elektrochemických ekvivalentů. Kapacita Franklinovy desky; použijeme dielektrické konstanty. Někdy potřebujeme koeficienty roztažnosti, měrné odpory a j.

Užíváním tabulek v těchto dvou funkcích cvičí se žáci v zacházení s vyjádřením čísel velmi malých nebo velkých ve tvaru $x \cdot 10^n$ a pochopí plně význam řádu čísla. Ukažme jim, oč je cennější správně určený pouhý řád, můžeme-li se naň spolehnouti, než pochybné, zdánlivě přesné, mnohaciferné výsledky.

Někde mohou tabulky i doplňovati teoretické učivo řádných hodin fysiky.

Na př.: U kyvadla zmiňujeme se o tom, že doba kyvu s větším rozkmitem roste. Tabulka nám ukáže, jaký asi je tento vzrůst. Bylo by jen dobře, kdyby v záhlaví tabulky byl uveden též její teoretický základ, totiž vzorec pro dobu kyvu při libovolném rozkyvu.

Žáci mohou odhadnouti užitím tabulek sekundární napětí na pólech ruhmkorfu, spojí-li je s kulovým jiskřištěm, změří-li průměr koulí a maximální délku doskoku mezi nimi.

Poslední funkce tabulek v praktiku jest ta, že jsou ve svých běžných částech (logaritmy, funkce trigonometrické) *početní pomůckou.* Jsou pro běžné výpočty zpravidla zbytečně přesné.

V praktiku stačí přesnost logaritmického pravítka, které osnovy slovy „také se užívá" připouštějí, ač je výslovně nenařizují. Tabulky mají však tu přednost, že bylo jejich užívání vyloženo již dříve v hodinách matematiky, a že jsou pro svoji fysikální část stále k disposici.

Oblíbenou a cennou formou úloh z praktika je potvrzování vzorců řadou měření. Takové vzorce mívají tvar $y = f(x)$. Je-li zkoumaná závislost lineární, je nejvhodnějším potvrzením grafické znázornění. Je-li však závislost složitější, pak zpracujeme naměřené hodnoty podle schematu $F(x, y) =$ konst. Snažíme se ovšem, aby funkce F umožňovala co možná nejméně pracný výpočet, při čemž myslíme přirozeně na možné použití tabulek v nejhojnější míře. Nejvýhodnější je upraviti F na tvar $f_1(x) + f_2(y) =$ konst.

Příklady: 1. Rovnice optického zobrazení $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$. Zde užijeme přímo tabulek pro $\frac{1}{n}$, jež jsou spojeny s tabulkami mocnin.

2. U zákona Boyleova $pv =$ konst, užijeme rovnice $\log p + \log v =$ $=$ konst.

3. Machovo kyvadlo. Má se potvrditi závislost $t = \pi\sqrt{\frac{l}{g \cos \alpha}}$. Jednoduchou úpravou dostaneme $\log t^2 + \log \cos \alpha =$ konst. Naměřená data zpracujeme v tabulku s těmito sloupci: α, t, $\log t$, $2 \log t$, $\log \cos \alpha$, $\log t^2 \cos \alpha$. Poslední sloupec tvoříme sčítáním dat dvou sloupců předchozích; má býti konstantní.

Nové vydání tabulek obsahuje též několik **nomogramů,** z nichž dva mají v praktiku rovněž usnadňovati výpočty. Týkají se Wheatstoneova mostu a redukce barometrického tlaku na 0° C. Významnější než usnadnění výpočtu jest okolnost, že se tu žákům předkládá nový, velmi důležitý druh početní pomůcky. Fysikální praktikum je pro nomogramy příhodnou půdou; zde však nebudiž o této otázce obšírněji jednáno. Je detailem celého komplexu problému grafických metod na střední škole, jenž by musel být zpracován ve zvláštní studii.

Povšimnutí zasluhuje též **schema týkající se směšovacího pravidla.**

V. Technická stránka užívání tabulek; několik poznámek. Mají-li tabulky znamenati opravdu zkrácení namáhavých výpočtů, a nemá-li se jejich užívání státi novým pramenem možných chyb, je nutno naučiti žáky nejen jejich teorii, ale i technické praksi jejich užívání. Žák musí tabulek užívati tak, aby nemusel pro každou číslici zvlášť obracet oči do tabulek. Zvykne-li si vyslovovati, na př. „žádná celá, třicet, stotři," stačí mu jediné pohledění do tabulek k tomu, aby napsal číslo aspoň pěticiferné, a aby se mohl též spolehnouti na to, co napsal.

Další důležitou věcí je přehled, zvláště na tabuli. Žádejme důsledně provádění numerických výpočtů v pravé třetině tabule. Žák nechť vyhledá, pokud je to možné, všecky logaritmy v úloze se vyskytující dřív než započne kterýkoli výpočet s některými z nich; nechť je píše zřetelně do sloupce umožňujícího snadné sčítání i odčítání položek třeba i značně v tomto sloupci vzdálených. Nevynechávejme psaní — 10 za logaritmy funkcí goniometrických (pozor na znaménko při odčítání; doplnění logaritmu odmocniny na zápornou charakteristiku dělitelnou odmocnitelem a pod.). Ani držení tabulek při práci u tabule není bezvýznamné.

Končíme-li tento přehled možností, jež střední škole poskytuje užívání Valouchových tabulek, připomeňme si výslovně, že i tu myslíme především na jejich přínos do výcviku formálního. Naučíme-li žáky řádně užívati tabulek, můžeme směle omeziti pamětné učení různých (speciálních) vzorců, konstant a pod. na minimum. Uvolní se tím čas i paměť pro výcvik věcí jiných, jež nemohou býti pojaty do pomůcek žádného druhu.

Zrychlení při rovnoměrném pohybu po kružnici.

Dr. **Bohuš Jurek**, Zvolen.

Důležitým problémem při zpracování teoretických partií fysiky pro středoškolské učebnice je stanoviti, jak dalece můžeme slevit z vědecké přesnosti výkladu v zájmu jeho snadnější srozumitelnosti. Mým přesvědčením je, že nesmíme ve snaze po větší přístupnosti zajít až k nesprávným tvrzením. Proto nepokládám za vhodné odvozovati výraz pro zrychlení při rovnoměrném pohybu hmotného bodu po kružnici způsobem, uvedeným v 1. díle učebnice Devoreckého a Šmoka „Fysika pro vyšší třídy škol středních“ (na str. 48. a 49. slov. vydání). Odvození je založeno na faktu, že postupná rychlost hmot. bodu je stále stejná (v), ale její směr se stále mění. Velikost této změny za čas Δt je určena vektorovým rozdílem rychlostí v dobách t, $t + \Delta t$. Je to tětiva oblouku, příslušného v kružnici o poloměru v úhlu $\omega \Delta t$. Podle zmíněné učebnice je třeba tuto tětivu nahraditi obloukem, poněvadž koncový bod vektoru v se pohybuje po tomto oblouku. Potom je

$$| \mathfrak{v} - \mathfrak{v}_0 | = v\omega\, \Delta t$$

a prostá hodnota průměrného zrychlení a' je konstantní, neboť

$$a' = \frac{v\omega\, \Delta t}{\Delta t} = \omega v.$$