Václav Hübner
Drobnosti mathematické

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 41 (1912), No. 2, 235--247

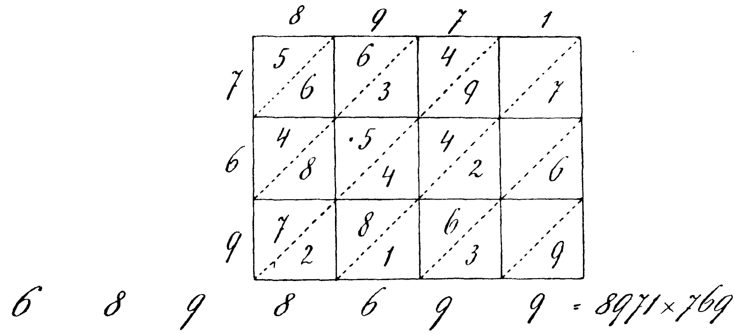
Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/123836

Drobnosti mathematické.

Podává **Václav Hübner**, professor na Král. Vinohradech.

I.

Učitelé indičtí měli pro slabší počtáře tuto methodu násobení. Připravili šachovnici a pole její rozdělili ještě úhlopříčkami. Mělo-li se násobiti na př. 8971 $\times$ 769, dali napsati jednoho činitele nad pole šachová, druhého činitele vedle v levo, načež se počalo násobiti každé místo jednoho činitele každým místem druhého činitele a částečné tyto součiny se psaly na pole, ve kterém se stýkal směr obou násobených míst: svislý



Obr. 1.

s vodorovným. Jednotky částečného součinu dali psáti do dolní, desítky do horní polovice tohoto pole. Řada čísel mezi dvěma úhlopříčkami měla stejnou místní hodnotu. Sčítání počato od dolejšího rohu na pravo ve směru úhlopříček postupně až nahoru.

Příslušné schema objasňuje onen postup.

II.

Arabský mathematik Alkarchi, který žil koncem X. a počátkem XI. století, učí zkoušce devítkové a jedenáctkové. Zkoušky ty zakládají se na pravidlech dělitelnosti čísel.

Jestliže jsme násobili $8971 \times 769 = 6898699$, konáme devítkovou zkoušku takto: Součet cifer 1. činitele jest:

$$8 + 9 + 7 + 1 = 25 = 18 + 7;$$

dělíme-li součet 9ti, jest zbytek 7. U druhého činitele jest obdobně $7 + 6 + 9 = 22 = 18 + 4$; zbytek, který vyjde při dělení 9ti, jest 4. Součin obou zbytků jest

$$7 \times 4 = 28 = 27 + 1:$$

zbytek při dělení 9ti jest 1. Součin obou čísel

$$6898699 = 6 + 8 + 9 + 8 + 6 + 9 + 9 = 55 = 54 + 1;$$

zbytek při dělení 9ti jest opět 1.

Kratčeji konáme tuto zkoušku takto: Sečítáme cifry obou činitelů. Je-li některá cifra 9, nebereme jí v počet. Vyskytne-li se při sečítání cifer hned číslo větší než 9 nebo násobek 9ti, béřeme do počtu jen číslici převyšující 9 nebo násobek 9ti.

Zbytky dvou činitelů takto vzniklé spolu znásobíme a podržíme opět jen číslici přes 9 anebo násobek 9ti.

Zbytek obou činitelů = zbytku součinu.

Jest tedy:

$$8971 \ldots 7 + 1 + 8 = 16 \text{ (přes 9 jest 7)},$$
$$769 \;.\;.\; 7 + 6 = 13 \text{ (přes 9 jsou 4)}.$$

Součin zbytků: $7 \times 4 = 28$ (přes 3násobek 9ti jest 1); součin činitelů:

$$6898699 \ldots \underbrace{6 + 8} + 8 + 6 = 14 + 8 + 6, \text{ t. j. } \underbrace{5 + 8} + 6,$$
$$\text{t. j. } 4 + 6 = 10\ (1).$$

III.

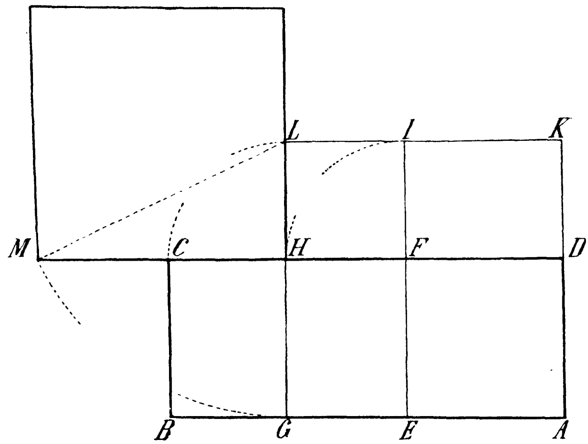
V indických knihách cilpa çadras jest zajímavý postup při proměňování obdélníku ve čtverec.

Z obdélníku *ABCD* se odřízne čtverec *ADFE* a zbytek *BCFE* se rozpůlí a jedna polovina se přiloží ke straně

$$\overline{DF}\ (DFIK \cong GEFH),$$

tím se obdrží tvar (koleno) *GAKIFH*, jako rozdíl dvou čtverců: *AKLG* a *FILH*. Opíše se ještě z vrcholu *L* poloměrem $\overline{LG}$

oblouk, až protne prodlouženou stranu $\overline{CD}$ v bodě M. I jest $\overline{MH}$ strana hledaného čtverce.



Obr. 2.

Z obrazce jest patrno, že $AGLK$ jest čtverec

$$(AK = AD + DK = AE + EG = AG);$$

$\overline{GAKIFH}$ rovná se rozdílu čtverců $AGLK$ a $FHLI$ a ježto $\overline{LM} = \overline{LG}$, jest čtverec sestrojený nad stranou $\overline{HM}$ roven rozdílu čtverců sestrojených nad přeponou $\overline{LM} = \overline{LG}$ a druhou odvěsnou $\overline{LH}$.

Jest tudíž čtverec nad stranou $\overline{HM}$ sestrojený roven

$$GAKIFH = ABCD,$$

ježto $DFIK = BGHC$.

IV.

Budiž strana čtverce $AGLK$ v předešlém obrazci (obr. 2.)

$$\overline{AK} = 1 + 2 + 3 + \ldots + n = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Odřízneme-li od tohoto čtverce část (koleno) $KLGEFD$, jehož šířka $DK = n$, jest plocha uvedené části

$$= 2n \,.\, \overline{AK} - n^2 = 2n \,.\, \frac{n(n+1)}{2} - n^2 = n^3.$$

Odřízne-li se dále jiné koleno šířky $(n - 1)$, bude plocha ta obdobně $= (n - 1)^3$, a celý čtverec lze proto rozděliti na části

$$n^3 + (n - 1)^3 + (n - 2)^3 + \ldots 1^3 = \overline{AK}^2$$
$$= (1 + 2 + 3 + \ldots + n)^2.$$

Vzorec tento měl Alkarchi pro sčítání arithmetické řady třetího stupně $1^3 + 2^3 + 3^3 \ldots + n^3$.

V.

Heron z Alexandrie, známý svým vzorcem pro vypočítání plochy trojúhelníku z jeho stran, učil vypočítávati plochy pravidelných mnohoúhelníků tak, že pro každý mnohoúhelník udal stálé číslo, kterým se násobil čtverec na jeho straně s.

Označíme-li plochy pravidelných mnohoúhelníků písmeny P_3, P_4, $P_5 \ldots$, jest dle jeho údaje:

$$P_3 = \tfrac{13}{30} s^2, \quad P_4 = s^2, \quad P_5 = \tfrac{5}{3} s^2, \quad P_6 = \tfrac{13}{5} s^2, \quad P_7 = \tfrac{43}{12} s^2,$$
$$P_8 = \tfrac{29}{6} s^2, \quad P_9 = \tfrac{51}{8} s^2, \quad P_{10} = \tfrac{15}{2} s^2, \quad P_{11} = \tfrac{66}{7} s^2,$$
$$P_{12} = \tfrac{45}{4} s^2.$$

VI.

Mythický král na ostrově Kretě, Minos, kázal prý zedníkům, aby zemřelému Glaukovi vystavěli náhrobní pomník dvakráte větší zachovávajíce při tom tvar krychle. Eutokius z Askalonu, spisovatel ze VI. století po Kristu, uvádí, že problém ten a $\sqrt[3]{2}$ řešil Plato — a kterak jej rozřešil.

V obdélníku $ADEF$, jehož strana AD jest pohyblivá, veďme $DC \perp AE$ a pojmenujme

$$\overline{AB} = b, \quad \overline{BC} = a, \quad \overline{BE} = x \quad \text{a} \quad \overline{BD} = y.$$

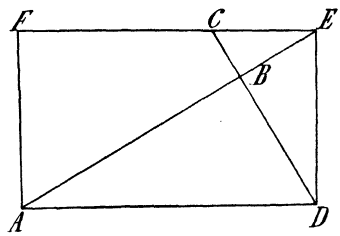
V pravoúhlém trojúhelníku CDE jest $x^2 = ay$ a v pravoúhlém trojúhelníku ADE jest $y^2 = bx$. Dále jest

$$x^4 = a^2y^2 = a^2bx, \text{ t. j. } x^3 = a^2b.$$

Položíme-li

$$b = 2a, \text{ bude } x^3 = 2a^3 \text{ a } x = a\sqrt[3]{2}.$$

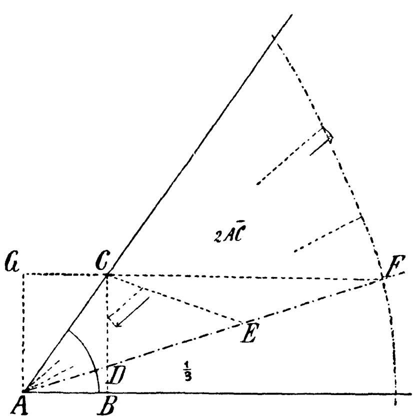
Menechmos, učitel prý Alexandra Velikého, řešil dle vypravování Eutokiova delický tento problém pomocí paraboly a hyperboly. Řeší se tu rovnice $x^2 = ay$ s rovnicí $xy = 2a^2$, která plyne z podobnosti $\triangle ABD$ s $\triangle BCE$. Úlohu tuto řešil ještě dvěma parabolami: $x^2 = ay$ a $y^2 = 2ax$.



Obr. 3.

VII.

Nikomedes, mathematik alexandrinský, ukázal, že konchoidou řešiti se dá rozdělení úhlu na tři rovné části.



Obr. 4.

Má-li se úhel BAC rozděliti na tři rovné díly, vede se $CB \perp AB$ a sestrojí se obdélník $ABCG$. Vede-li se přímka AF bodem A tak, že vzdálenost $DF = 2\overline{AC}$, rozděluje úhel na tři stejné díly.

V $\triangle$ pravoúhlém CDF buď E střed přepony, i jest:

$$\overline{DE} = \overline{EF} = \overline{EC} = \tfrac{1}{2}\overline{DF}.$$

Dále jest $\sphericalangle CAF = \sphericalangle CEA$ ($\triangle ACE$ jest rovnoramenný $\overline{AC} = \overline{CE} = \overline{DE}$) a tudíž

$$\sphericalangle CAF = \sphericalangle ECF + \sphericalangle EFC = 2 \sphericalangle EFC = 2 \sphericalangle EAB,$$

pročež $\sphericalangle FAB = \frac{1}{3} \sphericalangle BAC$. Aby se mohla přímka AF sestrojiti, musíme znáti bod F. Z předcházející úvahy vysvítá, že bod F jest hledati tak, aby spojnice jeho s vrcholem A daného úhlu protínala přímku BC tak, že $\overline{DF} = 2\overline{AC}$. Geometrické místo takových bodů jest křivka zvaná konchoida.

VIII.

Pythagorovci znali směrné délky, z nichž pravoúhlý trojúhelník mohl se strojiti. Proklus Diadochus, komentátor knih Euclidových, udává, kterak úkol ten řešili. Délku $2\alpha + 1$ vzali za menší odvěsnu. Když se odečte od druhé mocniny tohoto čísla jedna a ze zbytku se vezme polovina, obdrží se odvěsna druhá, a když k tomuto číslu se jedna připočetla, obdržela se přepona.

Je-li $c^2 = a^2 + b^2$, jest $a^2 = c^2 - b^2 = (c + b)(c - b)$. Rovnici této lze vyhověti, když položíme

$$c + b = a^2, \qquad c - b = 1,$$

z čehož

$$c = \frac{a^2 + 1}{2} \quad \text{a} \quad b = \frac{a^2 - 1}{2}.$$

Jak patrno, musí býti a^2 číslo liché, má-li býti b a c číslo celistvé. Proto lze psáti

$$a^2 = (2\alpha + 1)^2 = (c + b)(c - b),$$

při čemž

$$c + b = (2\alpha + 1)^2 = 4\alpha^2 + 4\alpha + 1$$
$$c - b = 1$$

a odtud

$$c = 2\alpha^2 + 2\alpha + 1, \quad b = 2\alpha^2 + 2\alpha \quad \text{a} \quad a = 2\alpha + 1.$$

Pro $\alpha = 1$ jest $a = 3,\ b = 4,\ c = 5,$
„ $\alpha = 2$ „ $a = 5,\ b = 12,\ c = 13,$
„ $\alpha = 3$ „ $a = 7,\ b = 24,\ c = 25$ atd.

Pythagorovci věděli, že obdržíme řadu čtverců, když pod řadu čtverců z čísel přirozených napíšeme řadu lichých čísel počínající se číslem 3, a obě tyto řady pak sečteme:

$$1,\ 4,\ 9,\ 16,\ 25, \ldots n^2,$$
$$3,\ 5,\ 7,\ 9,\ 11, \ldots (2n+1),$$
$$1+3=2^2,\ 4+5=3^2,\ 9+7=4^2, \ldots$$
$$n^2+(2n+1)=(n+1)^2.$$

Dále každé číslo trojúhelníkové

$$1,\ 3,\ 6,\ 10,\ 15, \ldots \frac{n}{2}(n+1),$$

zvětšeno o sousední číslo trojúhelníkové, dá čtverec čísla

$$1+3=2^2,\quad 3+6=3^2, \ldots$$
$$\frac{n}{2}(n-1)+\frac{n}{2}(n+1)=\frac{n}{2}\,.\,2n=2n^2.$$

Pythagorovci znali také čísla dokonalá. Tak byla nazývána čísla, jež se rovnají součtu svých podílů, tak na př.

$$496 = 1+2+4+8+16+31+62+124+248.$$

Jestiť

$496 : 2 = \mathit{248},$	$496 : 4 = \mathit{124},$	$496 : 8 = \mathit{62}.$
$496 : 16 = \mathit{31},$	$496 : 31 = \mathit{16},$	$496 : 62 = \mathit{8},$
$496 : 124 = \mathit{4},$	$496 : 248 = \mathit{2},$	$496 : 496 = \mathit{1}.$

IX.

V indické geometrii Brahmaguptově udává se trojí způsob, jak vypočítati krychlový obsah komolého čtvercového jehlanu. Pro všední život stačí vzorec $K_1 = v\left(\frac{a_1+a_2}{2}\right)^2$, značí-li v výšku, a_1, a_2 strany vrchního a spodního čtverce. Přesněji počítáno dle vzorce $K_2 = v\,\frac{a_1^2+a_2^2}{2}$.

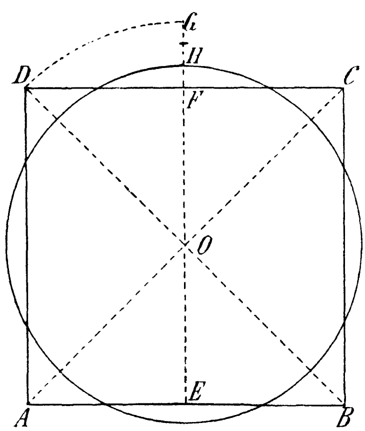
Přesně stanovíme vzorec, najdeme-li rozdíl obou těchto méně správných výpočtů a první výpočet zvětšíme o $\frac{1}{3}$ tohoto rozdílu Tu jest

$$K_2 - K_1 = \frac{v}{4}(a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2) \text{ a}$$

$$K_3 = v\left(\frac{a_1 + a_2}{2}\right)^2 + \frac{1}{12} v (a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2)$$

$$= \frac{v}{12}(3a_1^2 + 6a_1a_2 + 3a_2^2 + a_1^2 + a_2^2 - 2a_1a_2)$$

$$= \frac{v}{3}(a_1^2 + a_2^2 + a_1a_2).$$



Obr. 5.

Zajímavo jest, že v indické geometrii neučí kvadratuře kruhu, nýbrž cirkulatuře čtverce. Ve čtverci $ABCD$ vedou úhlopříčny $\overline{AC}$, $\overline{BD}$ a pak příčku $\overline{EF} \parallel \overline{BC}$. Ze středu O opíše se poloviční úhlopříčkou oblouk DG. Na to se $\overline{GF}$ rozdělí na tři stejné díly a $\overline{OH}$ jest pak poloměr hledaného kruhu.

Plocha čtverce $ABCD = \overline{AB}^2$.

Poloměr hledaného kruhu jest

$$\frac{\overline{AB}}{2} + \frac{1}{3}\left(\frac{\overline{AB}}{2}\sqrt{2} - \frac{\overline{AB}}{2}\right) = \frac{\overline{AB}}{6}(3 + \sqrt{2} - 1)$$

$$= \frac{\overline{AB}}{6}(2 + \sqrt{2}).$$

Plocha kruhu

$$K = \pi \cdot \frac{\overline{AB}^2}{36}(6 + 4\sqrt{2}) \doteq \overline{AB}^2,$$

béře-li se

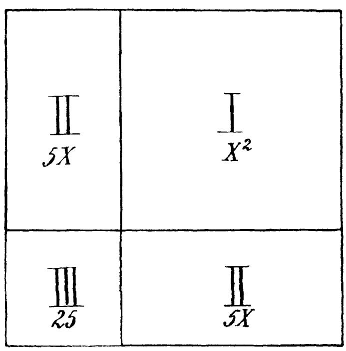
$$\pi \doteq \frac{36}{6 + 4\sqrt{2}} = 18(3 - 2\sqrt{2}) \doteq 3{\cdot}1.$$

Průměr kruhu, stejného se čtvercem, klade se tu $= \frac{8}{10}$ úhlopříčny $\overline{BD}$; číslo π jest pak $= \frac{25}{8}$.

X

Alchwarizmi, přední arabský spisovatel mathematický, který žil na počátku IX. stol., dovozuje řešení rovnice tvaru

$$x^2 + bx = c$$



Obr. 6.

geometricky. Volí příklad $x^2 + 10x = 39$. Ke čtverci $\mathrm{I} = x^2$ přiloží se dva obdélníky II, jež dohromady se rovnají $10x$. Šířka obdélníku jest pak 5, plocha čtverečku $\mathrm{III} = 25$ a plocha čtverce $\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III} + \mathrm{II} = x^2 + 10x + 25 = 64$, poněvadž má býti $x^2 + 10x = 39$. Z toho strana čtverce $(\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III} + \mathrm{II})$ $\sqrt{64} = 8$. Ježto strana tato má zároveň délku $x + 5 = 8$, jest $x = 3$.

Je-li řešiti rovnici tvaru $x^2 + bx = c$, pak $\mathrm{I} = x^2$ $2\,\mathrm{II} = bx$, $\mathrm{III} = \frac{b^2}{4}$ a

$$\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III} + \mathrm{II} = x^2 + bx + \frac{b^2}{4} = \frac{b^2}{4} + c.$$

Z toho strana většího čtverce jest

$$\sqrt{\frac{b^2}{4} + c} = x + \frac{b}{2} \quad \text{a} \quad x = -\frac{b}{2} + \sqrt{\frac{b^2}{4} + c}.$$

XI.

Hypsikles z Alexandrie, jenž žil asi r. 200 př. Kr., napsal spisek o pravidelných tělesech měřických. Uvádí: 1. Kolmice spuštěná ze středu kruhu na stranu pravidelného pětiúhelníku do kruhu vepsaného rovná se polovičnímu součtu z poloměru a ze strany pravidelného desítiúhelníku do téhož kruhu vepsaného; 2. povrch pravidel. dvanáctistěnu a dvacetistěnu jest 30krát větší než obdélník sestrojený z hrany a kolmice, která jest vedena ze středu plochy na tuto hranu. Je-li poloměr kruhu r, strana pravidelného desítiúhelníku do tohoto kruhu vepsaného s_{10} a délka kolmice na stranu pravidelného pětiúhelníku do téhož kruhu vepsaného k, jest

$$k = r \cos 36^0,$$

$$\frac{s_{10}}{2} = r \sin 18^0,$$

pročež $$k - \frac{s_{10}}{2} = r\,(\cos 36^0 - \sin 18^0).$$

Ježto $$\cos 36^0 = \frac{1 + \sqrt{5}}{4} \text{ a } \sin 18^0 = \frac{\sqrt{5} - 1}{4},$$

jest též $$k - \frac{s_{10}}{2} = r\left(\frac{1 + \sqrt{5}}{4} - \frac{\sqrt{5} - 1}{4}\right),$$

čili $$k - \frac{s_{10}}{2} = \frac{r}{2} \text{ a } k = \frac{r + s_{10}}{2}.$$

XII.

Abu l'Vafa Albuzdžani, narozený r. 960 po Kr. v Buzdžanu, v perské krajině horské Chorasanu, uvádí pravidlo, kterak obdržíme přibližně stranu pravidelného sedmiúhelníku, jestliže rozpůlíme stranu pravidelného trojúhelníku, vepsaného do téhož kruhu.

Je-li poloměr kruhu r, jest strana pravidel. trojúhelníku vepsaného $s_3 = r\sqrt{3} = 1·73 \ldots r$ a strana pravidelného sedmiúhelníku do téhož kruhu vepsaného

$$s_7 = 2r \sin \frac{180^0}{7} \doteq 2r \sin 25^0 = 0·846\ r.$$

Srovnáním shledáme, že $\frac{s_3}{2} = 0·86 \ldots r$.

XIII.

V počátcích arithmetiky od Stanislava Vydry, vydane Ladislavem Janderou v Praze r. 1806, uvádí se v článku sedmém (o logarithmech) toto:

Napišme tři řady (progresse) N, M, L.

$N \ldots 1,\ 2,\ 4,\ 8,\ 16, \ldots$ (určitá řada geometrická),
$M \ldots a^0,\ a^1,\ a^2,\ a^3,\ a^4 \ldots$ (neurčitá „ „),
$L \ldots 0,\ 1,\ 2,\ 3,\ 4, \ldots$ (řada arithmetická).

Členy řady L jsou mocnitelé členů řad M, N.

Co jest logarithmus některého počtu?

Odpověď první. Logarithmus jest exponent některé mocnosti. Jestiť v řadě N mocněnec 2 a mocnitelé jsou 0, 1, 2, 3, 4, . . ., a v řadě M jest mocněnec a a mocnitelé jsou opět 0, 1, 2, 3, 4, . . . Příslušní mocnitelé obou řad jsou napsáni v řadě L pod příslušnými členy řad N, M. V řadě L jsou tudíž příslušející logarithmy členů řad N, M.

Ježto
$$1 : 2 = 2 : 4 \quad (\text{řada } N),$$
$$a^0 : a^1 = a^1 : a^2 \quad (\text{„ } M),$$
$$0 - 1 = 1 - 2 \quad (\text{„ } L),$$
jest
$$\log 1 - \log 2 = \log 2 - \log 4 = \log a^0 - \log a^1$$
$$= \log a^1 - \log a^2 = 0 - 1 = 1 - 2.$$

Odpověď druhá. Logarithmus jest takový počet, který obrací násobení v sečítání a dělení v odečítání.

Co jest basis neb základ logarithmického systému?

Základ logarithmického systému jest ten člen řady geometrické, kteréhož exponent neb logarithmus jest 1. V řadě N jest tedy základ 2, v řadě M pak základ a.

Ježto a může býti libovolné číslo, usoudí každý, že jest nekonečně mnoho logarithmických systémů.

Slovo logarithmus jest řecké a tolik znamená jako *λόγων ἀριϑμός*, to jest množství několika srovnání.

$$\begin{array}{ll} \text{Napíšeme-li} & 1:2 \\ & 1:2 \\ & 1:2 \\ & \underline{1:2} \\ \text{obdržíme složitý poměr} & 1:16 = 1:2^4. \end{array}$$

Číslo 16 v řadě N stojí nad svým logarithmem 4 v řadě L.

Je-li $x = ab$ čili $x : a = b : 1$, pak logarithmy členů této úměry tvoří úměru arithmetickou, t. j.

$$log\, x - log\, a = log\, b - log\, 1,$$

z čehož $$log\, x = log\, ab = log\, a + log\, b.$$

Je-li $x = a^2$ čili $x : a = a : 1$, jest $log\, a^2 = 2\, log\, a$,

„ $x = a^3$ „ $x : a^2 = a : 1$, „ $log\, a^3 = 3\, log\, a$ atd.

Vezmeme z řady N číslo 16 za dělence, číslo 2 za dělitele, pak odpovídají těmto číslům v řadě L logarithmy 4, 1, t. j. $log\, 16 = 4$, $log\, 2 = 1$. Dále jest $log\, 16 - log\, 2 = 4 - 1 = 3$; tomuto číslu 3 v řadě L odpovídá v řadě N nad ním stojící číslo 8. Jest tedy $log\, 16 - log\, 2 = log\, 8 = log\, \frac{16}{2}$ a tím stanoven logarithmus podílu.

V téže knize na str. 149 uveden jest následující příklad na permutace:

Jistý bohatý pán pozval k hlučnému obědu šest vzácných mužů, již zdvořilosti jsouce zvykli, jeden druhému první místo obětoval, když se měli za stůl posaditi. Nechtíce pak žádný

z nich té přednosti druhému vzíti, žádný se k stolu nepřiblížil; i jsa touto rozepří povražen domácí pán, takto neprozřetelně promluvil: Mně milí a mnoho vážení hosté! Posaďte se dle své libosti, žádného ohledu na místo nemajíce, sic vás tolikrát po sobě k obědu pozvu, kolikrát lze místa mezi vámi proměniti. — Pochopíš to hned, milý čtenáři, kterak nerozvážlivě ten dobrý muž promluvil. Co myslíš, kolikrát lze 6 rozličných věcí rozsaditi? Odpověď: $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 = 720$. Vezmeme-li obyčejný rok 365 dní, tedy by ten dobrotivý, však nerozvážlivý muž musil těch šest hostí každý den skoro celá dvě léta (bez desíti dnů) pozvati.

Drobnosti z optiky: Rozlišovací mohutnost, ultramikroskopie, aplanatismus, homogenní immerse.

Píše prof. dr. **B. Kučera.**

Všechny zjevy optické jsou podmíněny postupem světelného rozruchu z jednoho místa na jiné. Dle vlnivé theorie světla rozumíme rozruchem tím periodicky se opakující děj — ať už je to dle starší theorie mechanické kmitání aetheru, ať jsou to dle theorie novější kmity elektrické a magnetické. Tolik je ze zjevu polarisace světla a interference světla polarisovaného jisto, že kmity ty jsou příčné, transversální. Časový postup prostorový vlnoplochy — souboru to míst, v nichž kmitání se nachází v téže fasi — vysvětlujeme dle principu *Huyghensova* tak, že každý bod její se stává jakoby novým zdrojem rozruchů elementárných, na všechny strany se šířících, kteréž navzájem interferují. Někde se ruší, jinde — na bodech nové vlnoplochy — se v témž okamžiku sesilují. Působnost spojné čočky spočívá v tom, že vlnoplocha se stane konvergentní plochou kulovou o středu, v němž se nachází „ohnisko" čočky nebo „obraz" svítícího předmětu.*) Účelem čočky jest zdržeti centrální část dopadající vlny oproti částem krajním. Ohniskem nebo obrazem

*) Viz *B. Mašek*, Fysika pro VII. tř. reálek, str. 188.