Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky

J. Najman

Lom světla v čočkách a centrických systémech. [IV.]

Časopis pro pěstování mathematiky a fysiky, Vol. 38 (1909), No. 5, 618--622

Persistent URL: http://dml.cz/dmlcz/123818

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1909

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

Lom světla v čočkách a centrických systémech.

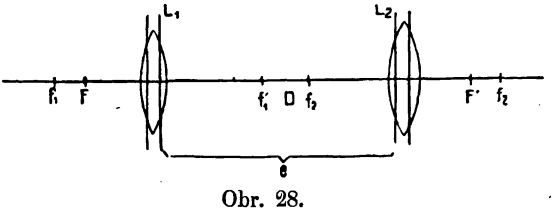
Napsal prof. **J. Najman** z Rakovníka.

(Dokončení.)

Systém dvou čoček.

Dvě čočky L_1 a L_2 o společné ose optické tvoří centrovaný systém, v němž vedle 2 párů ohnisek $f_1 f'_1$ a $f_2 f'_2$, jež patří každé jednotlivé čočce zvlášť, existovati budou 2 ohniska F a F' hlavní, jež budou příslušeti oběma čočkám jako optickému celku; t. j. rovnoběžné paprsky dopadající směrem optické osy na první čočku budou se sbíhati po lomu *oběma čočkami* v jediném bodě F', druhém hlavním ohnisku, jež může býti opět reálným nebo virtuálným dle toho, setkají-li se tam paprsky skutečně anebo jen v prodloužení.

Hlavní ohniskové dálky mohou býti nalezeny na základě těch úvah, které nás vedly k výpočtu ohniskových dálek u tlustých čoček.



Obr. 28.

Vidíme, že dostaneme na místo centrického systému v obr. (13) systém v obrazci (28), když nahradíme v obrazci (13) každou sférickou plochu jednou z daných čoček $\overline{L_1}$ a $\overline{L_2}$. Též v obrazu (28) budou obdobně F a f_2 sdruženými body a to vzhledem k prvé čočce samotné; rovněž budou f'_1 a F' sdruženými body vznikajícími lomem jen na druhé čočce. Ponecháme-li v platnosti optický intervall $D = \overline{f'_1 f_2}$ obou čoček a uvážíme-li, že tytéž základní rovnice platí pro lom světla na jediné ploše sférické jako pro lom světla čočkou nebo centrickým systémem, (srovnejme rovnice (4) a (5) a rovnice (10) a (11)), seznáme, že výpočet hlavních ohniskových délek systému 2 čoček

bude zcela obdobný jako výpočet ohniskových délek jediné čočky silné, tak že lze ohniskové dálky systému dvou čoček napsati ve formě obdobné jako ve vzorci (16) a (18):

$$F = -\frac{f_1 f_2}{D} \qquad F' = \frac{f'_1 f'_2}{D},$$

kdež

$$D = f'_1 - f_2 + e,$$

či

$$F = -\frac{f_1 f_2}{f'_1 - f_2 + e} \qquad F' = \frac{f'_1 f'_2}{f'_1 - f_2 + e}.$$

Veličina c, která dříve značila tloušťku čočky, bude zde míti jiný význam.

Vidíme, že

$$e = -f'_1 + D + f_2;$$

tento algebraický součet není však nic jiného, než vzdálenost vnitřních hlavních rovin obou čoček, jak patrno z obrazce 28. Jsou-li všechna prostředí čočky obklopující stejná, bude

$$f'_1 = -f_1 \text{ a } f'_2 = -f_2$$

a proto

$$F = -F' = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2 - e} = -\frac{f_1 f_2}{D}.$$

Bude tedy optická mohutnost toho systému 2 čoček:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{e}{f_1 f_2}. \tag{31}$$

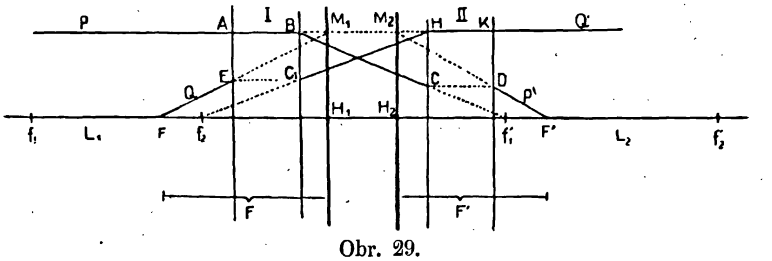
Pro tenké čočky, které jsou těsně na sobě, dá se e zanedbati proti $f_1 f_2$ a dostaneme známou poučku:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2},$$

jež zní, že se optické mohutnosti dvou tenkých čoček na sebe položených algebraicky sečítají.

Ohniskové dálky F a F' systému 2 čoček počítají se pak od hlavních rovin celého systému, které lze takto najíti: Paprsek P rovnoběžný s osou láme se, když prošel prvou čočkou, do f'_1 a protíná první hlavní rovinu druhé čočky v bodě C;

příslušný k němu paprsek druhou čočkou lomený musí procházeti bodem D ku C sdruženým a mířiti do druhého hlavního ohniska celé soustavy, poněvadž paprsek dopadající P je rovnoběžný s osou. Bodem, v němž se paprsek P protíná s prodlouženým P', je položena druhá hlavní rovina M_2 celého systému 2 čoček. Paprsku Q', který se lomí ven ze systému v prodloužení paprsku P, přísluší vzhledem ku druhé čočce paprsek $\overline{GH}$ vycházející z f_2 a paprsku GH je přiřaděn dopadající paprsek Q jdoucí prvým ohniskem systému F. Druhá hlavní rovina prochází pak průsekem paprsků Q a Q'.



Obr. 29.

Vedle ohniskových délek systému třeba však znáti též polohu ohnisek, a tu si určíme z rovnic (15) a (17)

$$L_1 = \overline{f_1 F} = \frac{f_1 f'_1}{D} \text{ a } L_2 = \overline{f'_2 F_2} = -\frac{f_2 f'_2}{D},$$

kdež L_1 značí vzdálenost prvého ohniska celku od předního ohniska prvé čočky a L_2 vzdálenost druhého ohniska celku od druhého ohniska druhé čočky. Jsou-li okolní media totožná, bude

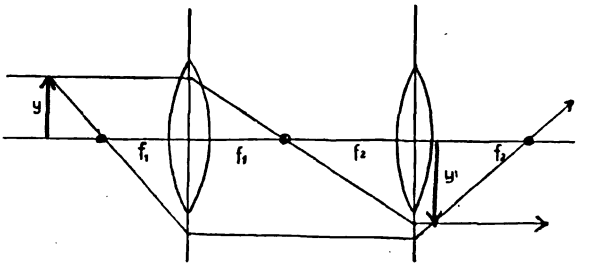
$$f'_1 = -f_1 \text{ a } f'_2 = -f_2,$$

tedy:

$$L_1 = -\frac{f_1^2}{D}, \quad L_2 = \frac{f_2^2}{D}.$$

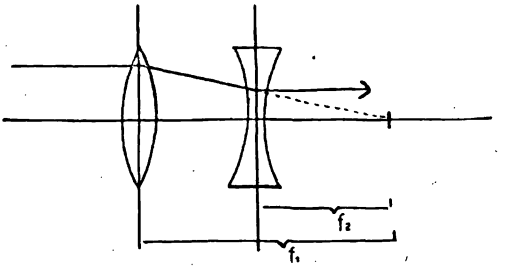
Je viděti, že lze nalézti polohu ohnisek a hlavních rovin celého systému, známe-li tytéž veličiny u každé z obou čoček, a je-li zároveň dána vzdálenost (D) prvého ohniska druhé čočky od druhého ohniska čočky prvé.

Dvě čočky mohou však tvořiti též systém teleskopický; nastane to opětně tehda, kdy optický intervall $D = 0$, t. j. kdy přední ohnisko druhé čočky se stotožní se zadním ohniskem čočky prvé. Jsou-li obě čočky tenké, takže hlavní roviny každé čočky splývají, může býti systém teleskopickým tehda, když se



Obr. 30.

vzdálenost obou čoček rovná 1) buď součtu jich ohniskových vzdáleností (jsou-li obě spojky), anebo 2) jich rozdílu (je-li jedna rozptylkou). Obraz 30. a 31. Případ prvý nastává při da-



Obr. 31.

lekohledu astronomickém (jeho délka přibližně je rovna součtu fokálních distancí objektivu a okuláru) a druhý případ při dalekohledu Galileiho, (kde délka jeho rovná se jich rozdílu), díváme-li se jimi na nekonečně vzdálené předměty okem na nekonečno nařízeným.

Zvětšení dalekohledu najdeme jako u teleskopické čočky bude totiž, jsou-li f_1 a f_2 hodnoty absolutní,

$$\frac{y'}{y} = -\frac{f_2}{f_1};$$

závisí tedy podobně jako zvětšení čočkou teleskopickou jedině od fokálních distancí obou čoček a je stálé. U astronomického dalekohledu je zvětšení záporné (obraz obrácený), u Galileiho kladné (obraz přímý), poněvadž ohniskové dálky čoček mají v prvém případě znaménka stejná, v druhém opačná.

Ku předmětu y najdeme při teleskopickém systému obraz y' tím způsobem, že vedeme paprsek rovnoběžný s osou, který jde společným ohniskem obou čoček a pak ze druhé čočky vychází parallelně s osou, a potom paprsek jdoucí prvým ohniskem prvé čočky, který mezi čočkami prochází s osou parallelně a pak probíhá zadním ohniskem druhé čočky. V průseku těch paprsků leží hledaný obraz y'.

Astronomická zpráva na červenec, srpen, září a říjen 1909.

Veškerá data vztahují se na meridián a čas středoevropský.

Oběžnice.

Merkur je dne 7. července v největší elongaci západní 21°11′ a poněvadž má deklinaci v druhé polovici července až o 2° severnější, je pozorování pouhým okem velmi dobře možno. Bližší data jsou obsažena v následující tabulce:

	Merkur vychází:	Slunce vychází:	Rozdíl
VII. 1.	$14^h\,50^m$	$15^h\,54^m$	$1^h\,4^m$
7.	14 43	16 0	1 17
13.	14 29	16 7	1 38
19.	14 37	16 14	1 37
25.	15 4	16 22	1 18

Také dne 17. září je Merkur v největší elongaci 26°34′ východně od Slunce, avšak má značně jižnější deklinaci než Slunce,