

TURNAJ MLADÝCH FYZIKŮ

Vzduchová čočka

P. Holzhauser, P. Janeček, Z. Klüber, M. Prouza, T. Ostatnický, K. Výborný,
Gymnázium Praha 5, Zborovská 45

Předložená úloha je ze souboru 17 úloh 8. ročníku Turnaje mladých fyziků, v němž družstvo Gymnázia Zborovská, Praha obsadilo v polské Spale 2. místo. Jedná se o prezentaci řešení úlohy ve stručné formě, kdy část teoretického odvození je poněkud omezena.

ZADÁNÍ

Čočky se obvykle vyrábějí z pevných látek, někdy i z kapalin. Zkonstruuje optickou čočku ze vzduchu tak, aby světlo mohlo projít čočkou, aniž by prošlo jakýmkoli jiným materiálem než vzduchem. Určete, na kterých faktorech závisí ohnisková vzdálenost vzduchových čoček.

TEORETICKÉ ODVOZENÍ ZÁKLADNÍCH VZTAHŮ

Absolutní index lomu prostředí je dán vztahem

$$n = \frac{c}{v}, \quad (1)$$

tedy

$$n = \sqrt{\epsilon_r}. \quad (2)$$

Symbol c značí rychlost světla ve vakuu, v rychlost světla v daném prostředí a symbolem ϵ_r je označena relativní permitivita prostředí. Hodnota relativní permitivity závisí na tlaku a teplotě prostředí. S velkou přesností můžeme psát vztah

$$\frac{n-1}{n_0-1} = \frac{\rho}{\rho_0}, \quad (3)$$

kde n a n_0 značí index lomu dvou prostředí (v našem případě dvou vzduchových hmot) o hustotách ρ a ρ_0 . Snadnou úpravou obdržíme absolutní index lomu jednoho prostředí n z indexu lomu druhého prostředí n_0

$$n = \frac{\rho \cdot (n_0 - 1)}{\rho_0} + 1. \quad (4)$$

Známe-li tlak a teplotu prostředí, můžeme pro další výpočty vyjít ze stavové rovnice ideálního plynu (vzduch lze považovat za ideální plyn):

$$p \cdot V = n_m \cdot R_m \cdot T, \quad (5)$$

kde p značí tlak v uvažovaném prostředí, V objem uvažované vzduchové masy, n_m molární množství molekul prostředí v daném objemu, T termodynamickou teplotu prostředí a R_m plynovou konstantu. Za n_m dosadíme $\frac{m}{M_m}$, kde m je hmotnost molekul v uvažovaném objemu a M_m molární hmotnost molekul. Snadnou úpravou a zavedením symbolu $\rho = \frac{m}{V}$ značícího hustotu prostředí dostaneme vztah

$$\rho = \frac{p \cdot M_m}{R_m \cdot T}. \quad (6)$$

