

15. ročník, úloha III. E ... odrazivost (8 bodů; průměr ?; řešilo 28 studentů)

Změřte koeficient odrazivosti alobalu ve viditelném světle. Vhodnou metodu navrhněte sami. Nezapomeňte popsat, jakou stranu měříte, případně proměřte obě.

Zadal Honza Houštek.

Uvedeme dvě různé metody na určení odrazivosti alobalu.

Měření pomocí poklesu intenzity

První metoda je založena na myšlence klesání intenzity s druhou mocninou vzdálenosti při kolmém dopadu pro intenzitu od bodového zdroje $I \sim r^{-2}$.

Jako pomůcky jsme použili: dvě identické lampy o výkonu 25W, zrcátko, alobal a sklička na přichycení a vyrovnání alobalu a papír s mastnou skvrnou.

Aparatura na měření intenzity byla složena z lampy, která osvětlovala zrcátko po úhlem 45°C a prasátko dopadalo kolmo na papír s mastnou skvrnou. Druhou stranu papíru potom kolmo osvětlovala druhá lampa. Potom jsme nastavili vzdálenost r druhé lampy od papíru tak, aby nebylo skvrnu vidět. V případě, že nebylo skvrnu vidět, intenzity byly na obou stranách papíru stejné. Přičemž jsme změřili tuto vzdálenost pro lesklou stranu alobalu r_L , pro matnou stranu r_M a pro zrcátko r_Z . Jelikož jsme měnili jenom typ zrcátka (snažili jsme se mít stejné tvary zrcátek), tak intenzita dopadající na papír byla úměrná jenom odrazivosti zrcátka. Z toho, že intenzita od druhé lampy byla $I \sim r^{-2}$, dostáváme pro odrazivost $O = (r^L/r^Z)^2$, resp. $O = (r^M/r^Z)^2$ (uvažujeme úplnou odrazivost normálního zrcátka).

Snažili jsme se měřit na velkých vzdálenostech, aby se zdroje jeví jako bodové. Dále jsme se snažili zmírnit rozptyl upevněním alobalu mezi dvě sklička. Měření jsme prováděli pro 6 různých alobalových zrcátek.

Zpracováním naměřených hodnot uvedených v tabulce níže získáme

$$O_L = 0,9 \pm 0,1$$

$$O_M = 0,5 \pm 0,2.$$

r_L [cm]	260	270	270	290	270	280
O_L	0,75	0,87	0,81	0,87	0,93	0,93
r_M [cm]	220	210	230	230	210	220
O_M	0,54	0,49	0,59	0,59	0,49	0,54

Odrazivost alobalu pro $r_Z = 300$ cm.

Chybu jsme určili jako chybu měřidla vzdálenosti (5cm), kterou jsme převedli pomocí vztahů pro součin chyb na chybu výsledku. Toto měření nebylo provedeno úplně ideálně, protože se dalo použít i lepšího měřidla délky.

V tabulkách je uvedená hodnota odrazivosti hliníku 0,93. Matná strana má však menší odrazivost, protože část světla se rozptýlí a tedy odrazivost závisí na vzdálenosti, ve které ji měříme. Při našem měření byla vzdálenost dostatečně velká na to, abychom naměřili odraz bez rozptylu. (Např. pro bílý papír by jsme tímto způsobem nenaměřili žádnou odrazivost.)

Měření pomocí luxmetru

Druhý postup jsme provedli s luxmetrem, ale jen pro lesklou stranu, protože rozptyl na matné straně způsoboval obrovskou chybu (měření měřilo odrazivost s rozptylem). Měření jsme provedli pomocí alobalového a normálního zrcátka a výsledky jsme porovnali. Intenzitu jsme měřili těsně za odrazem (byl pod úhlem 45°). Měření jsme udělali pro různé části alobalu.

I_Z	65,6	64,6	53,8	64,4	60,4	65,1	67,6	61,1	67,4	67,9	69,0
-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Odrazivost normálního zrcátka při měření luxmetrem.

I_A	56,0	59,7	60,8	60,6	59,8	59,7	56,0	56,1	62,9	64,2
	67,1	63,4	55,5	64,4	65,3	64,4	58,0	63,2	63,8	

Odrazivost alobalu při měření luxmetrem.

Statistickým zpracováním výše uvedených tabulek získáme

$$\left. \begin{array}{l} I_Z = 65 \pm 4 \\ I_A = 62 \pm 4 \end{array} \right\} \longrightarrow O = I_A/I_Z = 0,95 \pm 0,12.$$

Vidíme, že chyby obou způsobů měření jsou velké, což je dáno (nejen použitím značně nepřesného měřidla u první metody) hlavně rozptylem na alobalu, jak kvůli pokrčení, tak drsností povrchu.

Častou chybou například bylo neuvažovat klesání intenzity se vzdáleností, nebo měření intenzity daleko za zdrojem, čímž došlo ke značnému rozptylu světla. Rozptyl nám příliš nevádí, když nemáme bodový zdroj. Takže postup v prvním případě byl aplikovatelný, i když jsme intenzity měřili daleko za odrazem. Tam jsme brali totiž odraz jako přibližně bodový a tím pádem rozptyl nehrál u lesklé strany až tak nežádoucí roli. Ale dostali jsme tak trochu nižší výsledek.