

Nepřímé měření – laboratorní cvičení

Pracovní list s poznámkami pro učitele

Úvod: Téměř všechny obory moderní fyziky závisí na nepřímo měřených fyzikálních vlastnostech látek nebo částic. Následující úkol by vás měl přesvědčit o tom, že nepřímé měření je velmi důležitou metodou při získávání přesných informací.

Toto cvičení může být zařazeno do výuky např. před výkladem Rutherfordova modelu atomu. Jedná se vlastně o simulaci částicového experimentu, kdy jsou terčičky z určitého materiálu ostřelovány vysokoenergetickými částicemi a jejich vzájemné kolize jsou pak rozebírány a studovány.

Rozdejte studentům obrázky kruhů, kopírovací papíry a také kuličky.

Úkol: Určete nepřímým měřením poloměr jednotlivých kroužků na papíře.

Návod na provedení: Použijte papíry, na nichž jsou kruhy ve velkém obdélníku. Papíry obraťte potištěnou stranou dolů a položte na zem na kopírovací papír (ideální je starý klasický černý „kopírák“). Na takto uspořádané papíry pak z dostatečné výšky upustěte kuličku (můžete použít obyčejnou hliněнку nebo skleněнку, vhodné jsou také ocelové kuličky z ložiska). Zopakovat byste tento hod měli aspoň 100x. Hlídejte si výšku, ze které budete kuličku pouštět - měla by být taková, aby kulička rovnoměrně zasahovala celý papír.

Studenti mohou pracovat ve dvojicích nebo ve větších skupinkách. Čím více skupin bude samostatně pracovat, tím více výsledků budete moci porovnat. Protože je nutné provést alespoň 100 hodů kuličky na papír, ponechte studentům dostatečný čas na provedení samotného experimentu.

Rozbor: Nejprve je nutno spočítat všechny zásahy kuličky na papíře uvnitř obdélníku a určit, kolik z nich bylo zcela uvnitř některého z kruhů. Pak změřte plochu obdélníku a spočítejte počet kruhů. Pokud jsou všechny kruhy stejné, můžeme předpokládat, že platí vztah

$$\frac{\text{zásahy uvnitř kruhu}}{\text{všechny zásahy}} = \frac{\text{plocha všech kruhů}}{\text{plocha obdélníku}}$$

Z tohoto vztahu můžeme vyjádřit plochu všech kruhů jako

$$\text{plocha všech kruhů} = \frac{\text{zásahy uvnitř kruhu} \cdot \text{plocha obdélníku}}{\text{všechny zásahy}}$$

Nyní využijte znalosti počtu kruhů a spočítejte obsah jednoho kruhu:

$$\text{obsah jednoho kruhu} = \frac{\text{plocha všech kruhů}}{\text{počet kruhů}}$$

Z obsahu jednoho kruhu pak už lze pomocí známého vztahu $S = \pi R^2$ jednoduše dopočítat poloměr kruhu R . Porovnejte vaši hodnotu s poloměrem ostatních skupin studentů a změřte poloměr kruhu pravítkem.

Zajímavá bude určitě debata o chybách, které nepřímé měření přináší. Jak moc se vypočítaná hodnota liší od přímo změřené? Zkuste se studenty společně rozebrat chyby při nepřímém měření.