

Kísérleti feladatok

1. feladat. Fénysebesség és törésmutató mérése lézeres távolságmérővel

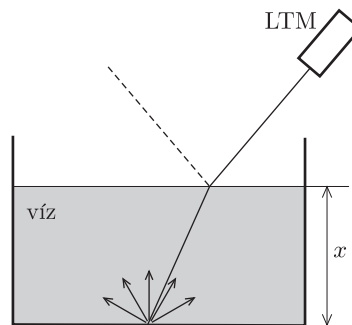
Ebben a feladatban a versenyzők egy barkácsboltokban is kapható, Bosch márkájú lézeres távolságmérővel (LTM) végezhetnek méréseket. Az LTM egy adóból és egy vevőből áll. Az adó egy félvezető lézertióda, amely modulált lézertényt bocsát ki, azaz olyan lézernyalábot, melynek amplitúdója nagyfrekvenciával változik. Ha a lézernyalábot egy testre irányítjuk, a keletkező fényfoltból minden irányba szóródik a fény. A (közvetlenül az adó mellett található) vevő beépített optikája a lézerfoltba fókuszál és érzékeli a fényfoltból visszaérkező fényt. A készülékben található elektronika méri a visszaérkező fényjel és a kibocsátott fényjel modulációja közötti t időeltolódást, ami éppen azzal az idővel egyezik meg, amely alatt a fény az adóból a vevőbe jut. A mért időeltolódásból ezután a készülék kiszámolja az

$$(1) \quad y = \frac{1}{2}ct + k$$

mennyiséget, amely végül megjelenik a kijelzőn. Ebben a kifejezésben $c = 2,998 \cdot 10^8$ m/s a fénysebesség, az $1/2$ az oda-visszaút miatt van, a k állandó értéke pedig a készülék beállításától függően kétféle lehet; a készüléken váltani lehet, hogy honnan számítsa a távolságot: az eszköz elülső vagy hátsó oldallapjától. A parallaxis miatt az LTM nem képes 5 cm-nél kisebb távolságok mérésére, a lehető legnagyobb mérhető távolság pedig kb. 25 m. A készülék alakja úgy van kiképezve, hogy az elülső és a hátsó oldallapja is merőleges a lézertényre, így kényelmesen lehet sík felületű tárgytól mérni a távolságot.

A mérés első részében egy kb. 1 méteres optikai kábel belsejében található anyag törésmutatóját kellett meghatározni. Az optikai kábellel összekötve az LTM adóját és vevőjét, a kijelzőn megjelenő távolságérték nem egyezik meg a kábel hosszával. Ennek oka részben az (1) képletben megjelenő, ez esetben feleslegessé váló $1/2$ -es faktor, részben pedig az, hogy a kábelben terjedő fény sebessége a levegőbeli érték n -edrésze, ahol n a kábel törésmutatója. A kábelt ollóval lehetett vagdosni, a kábeldarabok hosszát pedig mérőszalaggal lehetett mérni. Az LTM kijelzőjén megjelenő értéket különböző kábelhosszaknál feljegyezve, majd az adatokat ábrázolva, a mérési pontokra illeszkedő egyenes meredekségéből a keresett c/n terjedési sebességet és n törésmutatót már meg lehetett határozni.

A mérés második részében a víz törésmutatójának meghatározása volt a feladat. A lézeres távolságmérőt ferde helyzetben egy állványra kellett rögzíteni, a lézernyalábot pedig egy téglatest alakú tartályban lévő víz felszínére ejteni (3. ábra). A lézernyaláb a levegő-víz határfelületén megtörve jutott el a tartály aljára, innen a fény egy része visszaszóródva jutott el az LTM vevőjébe. A víz x mélységének függvényében az LTM kijelzőjén megjelenő y értéket megmérve, geometriai megfontolások segítségével lehetővé vált a víz törésmutatójának meghatározása.



3. ábra

Ez a mérési feladat – mind az elméleti háttérét, mind pedig a gyakorlati részét illetően – könnyűnek bizonyult, a magyar csapattagok is jól szerepeltek a feladat megoldásában.