

KÖZÉPISKOLAI TANULÓK AKTIVITÁSÁNAK FOKOZÁSA ÉLMÉNYT NYÚJTÓ FIZIKAÓRAI MÉRÉSI KÍSÉRLETEKKEL

Kosztju János
Móricz Zsigmond Gimnázium és Közgazdasági
Szakközépiskola, Kisújszállás

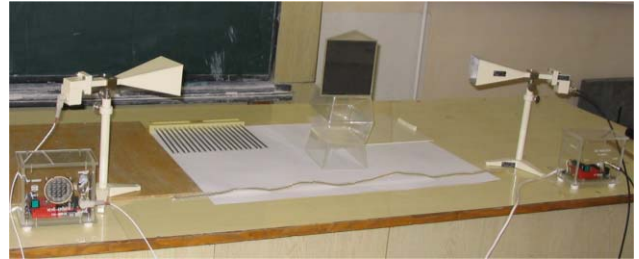
A fizikaórai mérési kísérletek az egész osztály tanulói-
nak bevonásával történnek az előzőleg tanult tan-
anyag hatékony rögzítése céljából. A tapasztalat azt
mutatja, ha rendszeressé tesszük az ilyen kísérleteket,
jól átgondoltan szervezzük meg a diákok órai kiscso-
portos és egyéni konkrét tevékenységét-feladataikat,
akkor a tanulók nagy igyekezettel és eredményesen
vesznek részt az ilyen tanulási folyamatban, megnő az
érdeklődésük a fizika, mint tantárgy iránt, sikerél-
ményhez juttatja a diákok nagy többségét és javulnak
a tantárgyi jegyeik is. A tanulók aktivitása azzal is
fokozódik, ha már a mérésekkel kapcsolatos felada-
tok, tevékenységek napi megbeszélés tárgyává válnak
köztük. Nagyon fontos, hogy minden konkrét eset-
ben történjen meg a tanulók egyéni, illetve kiscsoport-
os felkészítése a mérési kísérletezésekhez, bevoná-
suk a tanórai munkába, a mérési folyamatokba, a mé-
rési eredmények feldolgozásába és kiértékelésükbe,
illetve a következtetések levonásába. Jelen írásban a
fizika három különböző területén végzett tanulói mé-
rési kísérletek bemutatása történik.

Mérési kísérletek mikrohullámokkal

A magyar gyártmányú „Diák-radar” a 10 GHz frekven-
cián kisugárzott elektromágneses hullámok tulajdon-
ságainak szemléltetésére készült: bemutatható a hullám-
visszaverődés fémllemezről, hullámtörés szurok-
prizma esetén, a hullám akadálytalan áthaladása pél-
dául papírlapon. Egy „fémfésű” segítségével szemlélt-
tethetjük, hogy az elektromágneses hullámok transz-
verzálisak – az elektromos térerősség E vektora merő-
leges a hullám terjedési irányára. Maga a diákradar,
mint szemléltető eszköz bemutatása is élményszerű a
diákok számára precíz kidolgozásával és kivitelezésé-
vel, valamint szemléltető jellegével, ugyanis az elekt-
ronikai részek, de maga a szurokprizma is ízléses,
áttetsző plexidobozokban vannak elhelyezve. Az adó-
antennából kisugárzott mikrohullámok belépnek a



Kosztju János, a fizikai tudomány kandidá-
tusa 24 éven át oktatott az Ungvári Állami
Egyetemen. Kutatómunkája a magreakciók
kísérleti vizsgálata, alkalmazott atommagfi-
zika és eszközfejlesztés volt. Majd új mun-
kahelye (lásd fenn) fizikatanárként (ké-
sőbb igazgatójaként) a fizikatanári anétek
rendszeres kísérleti előadója. Kísérleti be-
mutatót tartott a Physics on Stage rendezvé-
nyen (2003, Hollandia). A Színpadon a termé-
szettudományon (2014, Debrecen) mé-
réselemekkel egybekötött előadásai voltak.



1. ábra. A diákradar adója és vevője, közöttük a bitumenprizma.

vevőantennába és a demodulálásnak köszönhetően
hangot hallunk. Így a vevőantenna megfelelő irányítá-
sával megtalálhatjuk a visszavert, illetve a megtört
hullámsugarak irányát, valamint észleljük a vevőan-
tennába közvetlenül érkező sugarakat.

A tanórai mérések során mikrohullám hullámhosz-
zának meghatározása történik levegőben, továbbá
terjedési sebességének és hullámhosszána mérése a
szurokban, illetve a szurok törésmutatójának megha-
tározása (1. ábra). A méréseket és számítási feladato-
kat a tanulók előre meghatározott 2-3 fős kiscsoport-
os beosztásban végezték. Természetesen előzőleg
felkészültek a feladatok elvégzésére, bemutatására és
a szükséges magyarázatok megadására az osztály
tanulói részére.

a) A hullámhossz mérése a levegőben egy fémlemez
segítségével történik. A fémlemezt lassan mozgatjuk az
adó- és vevőantenna között. Mivel az antennák magas-
ságát úgy állítjuk be, hogy a fémlemez az antennák fe-
léig érjen, így a fémlemez mozgása során pulzáló han-
got hallunk, amelynek hangerejét úgy állítjuk be, hogy a
tanulók az osztály bármely részéről hallhassák azt. A
mérést úgy végeztük, hogy $n = 10$ hangjelzés észleléséig
mozgattuk a fémlemezt és megmértük az elmozdulás L
nagyágát, ami ebben az esetben 15 cm volt.

A mérésadatokból meghatározható a mikrohullám
hullámhosszána értéke:

$$\lambda = \frac{L}{n/2} = 3 \text{ cm.}$$

A meghatározott hullámhossz lehetőséget ad a hullám
 f frekvenciájána kiszámítására:

$$\lambda = cT = \frac{c}{f},$$

ahol T a periódusidő, tehát

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^{-2} \text{ m}} = 10^{10} \text{ 1/s} = 10 \text{ GHz.}$$

Így a tanulók megbizonyosodnak, hogy az általuk meghatározott frekvenciaérték megegyezik a „Diákradar” leírásában szereplő paraméterrel.

b) A mikrohullám szurokbeli terjedési sebességének meghatározásakor a szurokprizmát úgy helyezték el az adóantennából kisugárzott mikrohullám elé, hogy az merőlegesen érkezzon a prizma első oldallapjára, ekkor a sugár törés nélkül hatolt a prizmába. Hullám-törés csak a sugár prizmából levegőbe való kimenetelénél, a második oldallapnál történik. Előzőleg megbeszéltük a tanulókkal, hogy ez a mérési geometria lényegesen egyszerűbbé teszi a feladat megoldását. A megtört hullámsugár irányát a vevőantenna mozgatásával és a maximális hangerő elérése alapján határozták meg. Egy külön diákcsoport megrajzolta a sugármenetet és a szurokprizma szögeinek ismeretében meghatározták a beesési szög értékét, $\alpha = 45^\circ$, illetve a törésszöget, amely $\beta = 65^\circ$ -nak bizonyult.

A mérési adatokból a tanulók meghatározták a mikrohullám terjedési sebességét a szurokban:

$$v = c \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \cdot \frac{\sin 45^\circ}{\sin 65^\circ} = 2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

c) A terjedési sebesség és a már ismert frekvencia felhasználásával kiszámolhatták a mikrohullám hullámhosszát a szurokban:

$$\lambda_{sz} = \frac{v}{f} = \frac{2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{10 \cdot 10^9 \text{ Hz}} = 2,3 \text{ cm}.$$

d) A korábban megmért α beesési és β törési szög ismeretében a szurok levegőre viszonyított törésmutatóját is meghatározhatták:

$$n_{2,1} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = 1,3.$$

Optikai kísérlet a vörösértetek méretének meghatározására

Ez a mérési feladat azért érdekes, mert a diákok az általuk elsajátított tananyagot, a mérési tapasztalatokat felhasználva, úgynevezett alkalmazott fizikai kísérletben – mérésben vehettek részt. Egy mikroszkóp tárgyüvegére felvitt saját vércseppből egy másik tárgyüveggel vékony – átlátszó fóliaréteg – minta készült. A minta biztonsági okokból egy másik tárgyüveggel lett lezárva. A lézertény áthatol a mintán és a vörösértetek térbeli elrendezése miatt körgyűrűs interferenciaképet hoz létre a vetítőlapon (2. ábra).

Fényforrásként $\lambda = 650 \pm 10 \text{ nm}$ hullámhosszúságú fénysugarat kibocsátó lézermutató szolgált. Ismerve a lézertény hullámhosszát, lemérve a minta és az ernyő közötti távolságot, valamint az elsőrendű interferenciakör sugarát, a vörösértetek mérete meghatározható. A mintán áthaladó lézertény a mintától

$L = 15 \text{ cm}$ -re elhelyezett ernyőn koncentrikus köröket – interferenciaképet hozott létre. Az elsőrendű interferenciagyűrű sugara $r = 2,5 \text{ cm}$ volt.

A vörösértetek átmérője a következő összefüggésből számítható:

$$n \lambda = d \sin \alpha,$$

ahol n az interferenciagyűrű rendje (jelen esetben, az elsőrendű maximumnál természetesen 1), d az akadály, azaz a vörösértetek átmérője, a maximum (ami most elsőrendű) pedig α szög alatt látszik.

Kis α szög esetén $\sin \alpha = \text{tg } \alpha = r/L$. A feltétel ellenőrzése:

$$\text{tg } \alpha = \frac{2,5 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = 0,166;$$

$$\alpha = \arctg 0,166 = 9,5^\circ \text{ és}$$

$$\sin 9,5^\circ = 0,165,$$

tehát $\sin 9,5^\circ \approx \text{tg } 9,5^\circ$, így

$$\lambda = d \sin \alpha \approx d \text{tg } \alpha = d \frac{r}{L}.$$

Innen a vörösértetek mérete:

$$d = L \frac{\lambda}{r} = 3,9 \text{ } \mu\text{m}.$$

Víz felületén létrehozott körhullámok terjedési sebességének meghatározása

Írásvetítőre plexi- vagy üvegtálcát helyezünk, amelybe vizet öntünk. A hangvilla egyik szárának érintgetésével a víz felületén körhullámokat keltünk, amelynek képe megjelenik a vetítőlapon. A tanulók látják, hogy a vízfelszíni körhullámok bizonyos sebességgel tovaterjednek. Tudatosítjuk a tanulókkal, hogy a hullám terjedési sebességének mérése a cél, és e sebesség közvetlen mérése körülményes, ráadásul nagyon pontatlan. Ezért a mérések elvégzésére a már megismert interferenciajelenséget használjuk.

2. ábra. Lézersugár interferenciája.

