



## Biztonsági figyelmeztetések

A mérés során kis teljesítményű lézerforrást fogtok használni. A lézer fénye veszélytelen, amíg közvetlenül nem kerül a fény a szembe. Ezért a lézerforrásba ne nézz bele, társad szemébe ne világíts! Visszaverő felületről (tükör, üveg, CD) visszaszórt fénybe se nézz bele. A szóró felületre (papír, egyéb matt felületek) vetülő lézerfényt viszont szabad szemmel is megfigyelheted.

## Mérési ismertető

A CD-ken apró, a fény hullámhosszával összevethető nagyságú barázdák vannak az adattárolásban részt vevő területen. A CD otthoni írásakor ezeknek a barázdáknak a tulajdonságainak változtatásával lehet adatot tárolni. Ha a CD-re monokromatikus, párhuzamos fénynyalábot engedünk, akkor a CD-n, mint optikai rácson diffrakciót szenved ez a fény. A barázdákat egyetlen hosszú, vékony spirál alkotja, amelynek középpontjában a CD közepe található. A barázdák keskeny mivolta miatt tekinthetjük úgy, hogy a rendelkezésre álló lézerforrás által rajzolt lézerfolt nagyságú tartományon belül a barázdák egymással párhuzamosak, és sugárra merőleges irányúak.

## Mérési elrendezés

A fal mellett egy padot találtok, azzal párhuzamosan. Javasoljuk, hogy ehhez a padhoz szorítsatok hozzá a fallal átellenben egy másik padot úgy, hogy a két pad közé egy CD lemezt ékelhessetek, melynek fényvisszaverőbb oldala a fal felé néz. Ekkor a CD a fallal közel párhuzamos és függőleges lesz. Vegyétek úgy, hogy pontosan az is! A lézerrel a fal felől merőlegesen világítsatok rá a CD-re, ekkor a diffrakciós kép a lézerforrás felőli oldalon keletkezik, és az erősítési helyek egy egyenesre esnek. A keletkező diffrakciós erősítési helyekből kiszámolható a CD, mint optikai rács rácsállandója, ismerve a lézerfény hullámhosszát,  $\lambda = 650 \text{ nm}$ .

Bizonyos mérési elrendezésekben láthattok olyat, hogy sok lézerfolt jelenik meg egymástól néhány mm távolságra. Ez nem diffrakciós kép, hanem a CD két oldala között ide-oda verődő fény okozta jelenség.

## Kérdések

Az alábbi rövid kérdések megválaszolása segít jobban megérteni a mérési elrendezést.

- (a) Mit tapasztaltok, milyen irányban jönnek a diffrakciós csúcsok? Hogyan függ ez az irány attól, hogy a lézerfoltot húzott sugár a CD körén milyen szöget zár be a függőlegessel?

Döntő  
2018. február 10.

**XI. Dürer Verseny**  
**Fizika feladatsor**  
11-12. osztályosok



kategória

- (b) Hány diffrakciós csúcsot láttok? Tudtok-e olyan mérési elrendezést megvalósítani, ahol nem csak az egyik irányú (pozitív), hanem a másik irányú (negatív) elhajlási csúcsokat is látjátok? Ha nem merőlegesen tartjátok a lézert a CD-re, akkor hány diffrakciós csúcsot láttok? És ha merőlegesen tartjátok?
- (c) Hogyan tudnátok biztosítani, hogy a lézerrel a CD-re merőlegesen világítsatok?
- (d) Adjátok meg a képletet, hogy a diffrakciós csúcsok helyzetéből hogyan számolható a CD rácsállandója! *Tipp:* fejezzétek ki a diffrakciós adott rendbeli irány és a 0. rendű irány (direkt visszavert nyaláb) szögét. Erősítést akkor kaptok, ha a fáziskülönbség a  $2\pi$  egész számú többszöröse.

## Mérési feladatok

Az előző kérdésekre adott válaszok alapján legideálisabbnak gondolt elrendezésben végezzétek el a következő mérési feladatokat! Igazoljátok, hogy a CD rácsállandója (a barázdák/spirál szélessége) a sugártól független – legalábbis a mérési pontosságon belül! Ehhez mérjétek meg sugár irányban a lemezen 3 különböző ( $R$ ) helyen a rácsállandót! Adott távolságnál az összes látható diffrakciós rendet vegyétek figyelembe, mindegyikből számoljátok rácsállandót!

Döntő  
2018. február 10.

**XI. Dürer Verseny**  
**Fizika feladatsor**  
11-12. osztályosok



Rajzoljátok le a használt mérési elrendezést vázlatosan! Jelöljétek be a változó illetve a konstans paramétereket!

Foglaljátok táblázatba a mérési eredményeiteket! Egy választott  $R$  sugár mellett a megjelenő diffrakciós rendek helyét ( $x_k$ ), az ahhoz tartozó szög szinusztát ( $\sin(\theta_k)$ ), valamint a számolt rácsállandót ( $d_k$ )!

Első  $R$  távolság:  $R_1 =$

k	$x_k$ [m]	$\sin \theta_k$	d [nm]
-3			
-2			
-1			
1			
2			
3			

Második  $R$  távolság:  $R_2 =$

k	$x_k$ [m]	$\sin \theta_k$	d [nm]
-3			
-2			
-1			
1			
2			
3			

Harmadik  $R$  távolság:  $R_3 =$

Döntő  
2018. február 10.

**XI. Dürer Verseny**  
**Fizika feladatsor**  
11-12. osztályosok



k	$x_k$ [m]	$\sin \theta_k$	d [nm]
-3			
-2			
-1			
1			
2			
3			

További kérdések:

(e) Mennyi az átlaga az egyes helyeken a CD rácsállandójának, és mennyi az abszolút vagy relatív hibája? Igaz-e, hogy mérési hibán belül a rácsállandó a különböző távolságoknál ugyanakkora?

(f) Milyen hosszú a barázdákat alkotó spirál?

*Használható segédeszközök: író- és rajzolóeszközök, számológép, függvénytáblázat.*

*A mérési fordulóra 90 perc áll a csapatok rendelkezésére.*

Sikeres versenyzést kívánnak:

a szervezők