

Optika

Emelt szintű kísérletek

Fizika 11–12.

Készítette: Rapavi Róbert

Lektorálta: Gavlikné Kis Anita

Kiskunhalas, 2014. december 31.



KISKUNHALASI
REFORMÁTUS KOLLÉGIUM
SZILÁDY ÁRON GIMNÁZIUMA

6400 Kiskunhalas, Kossuth Lajos utca 14. OM: 027956
tel.: 77 / 421-215 e-mail: szilady@gmail.com web: szilady.net

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0025

„Jövőd a természettudományokban rejlik!”

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Balesetvédelem

Minden munkahelyen, így a természettudományos kísérletek végzésekor is be kell tartani azokat a szabályokat, amelyek garantálják a biztonságos munkavégzést a gimnáziumunkban. Az előírásokat komolyan kell venni, és aláírással igazolni, hogy tűz és balesetvédelmi oktatáson részt vettél.

Általános szabályok

- A tanulók a laboratóriumi gyakorlat megkezdése előtt a folyosón várakoznak, s csak tanári kísérettel léphetnek be a laboratóriumba.
- A laboratóriumba csak az ott szükséges füzetet, könyvet, íróeszközt viheted be. Táskát, kabátot csak külön engedély alapján szabad bevinni.
- A laboratóriumban étel nem tárolható; ott enni, inni tilos!
- A laboratóriumban az iskolától kapott köpenyt kell viselni, a hosszú hajat hajgumival össze kell kötni!
- A munkahelyedet a feladat végzése közben tartsd rendben és tisztán!
- A munkavédelmi, tűzrendészeti előírásokat pontosan tartsd be!
- A laboratóriumot csak a kijelölt szünetben hagyhatod el. Más időpontban a távozáshoz a tanártól engedélyt kell kérni.
- A laboratóriumban csak a kijelölt munkával foglalkozhatsz. A gyakorlati munkát csak az elméleti anyag elsajátítása után kezdheted meg.
- Az anyag-és eszközkiadást, a füzetvezetést az órát tartó tanár szabályozza.
- A laboratórium vezetőjének, munkatársainak, tanárod utasításait maradéktalanul be kell tartanod!

Néhány fontos munkaszabály

- Törött vagy repedt üvegedényt ne használj!
- Folyadékot tartalmazó kémcső a folyadékfelszíntől lefelé haladva melegítendő. Nyílását ne tartsd magad vagy társad felé!
- A vegyszeres üvegek dugóit ne cserélgess össze! Szilárd vegyszert tiszta vegyszeres kanállal vedd ki, a kanalat használat után törölj el! Megmaradt vegyszert a vegyszeres edénybe visszaönteni nem szabad!
- A laboratóriumi lefolyóba ne dobj olyan anyagot (pl. szűrőpapírt, gyufaszálat, parafadugót, üvegcserepet stb.), amely dugulást okozhat!
- Az eszközöket csak rendeltetésszerűen, tanári engedéllyel szabad használni!
- Az eszközöket, berendezéseket csak rendeltetésszerűen és csak az adott paraméterekre beállítva használhatod!
- Vegyszerekhez kézzel nyúlni szigorúan tilos!
- Soha ne szagolj meg közvetlenül vegyszereket, ne kóstolj meg anyagokat kémia órán!
- Ha bőrödre sav vagy lúg kerül, először mindig töröld szárazra, majd bő vízzel öblítsd le!
- A legkisebb balesetet vagy az eszközök meghibásodását azonnal jelentsd a szaktanárnak!
- Munka közben mind a saját, mind társaid testi épségére vigyáznod kell!
- Tanóra végén rakj rendet az asztalodon tanárod és a laboráns irányításával!

1. óra

Halogén izzó infrasugárzó teljesítményének mérése

Emlékeztető

A halogénlámpák az izzólámpák továbbfejlesztett, miniatürizált változatai. Ugyanúgy egy wolfram izzószál bocsátja ki bennük a fényt, mint a hagyományos izzóban, de ezt nem üveg-búra, hanem kvarcból készült burkolat veszi körül, ami nem olvad meg az izzószál közelében a nagy hőmérséklet miatt. Így lehet kisméretű izzót készíteni. A másik újítás, hogy halogén gázzal van töltve az izzó. A halogén gázok a wolframszálból elpárolgó atomokkal reakcióba lépnek. A keletkezett vegyület az izzószál környezetében elbomlik, és a wolfram lerakódik a melegebb részekben. Ez a körfolyamat növeli az izzószál élettartamát, lehetővé teszi az izzószál hőmérsékletének emelését, ami kedvez a fényhasznosításnak, de növeli a kibocsátott UV sugárzást is.

Fényáram: A fényáram (Φ) a fényérzetre jellemző fizikai mennyiség. Ha egy nyaláb adott keresztmetszetén Δt idő alatt ΔW sugárzási energia áramlik át, akkor a

$$\Phi = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

mennyiséget sugárzási teljesítménynek vagy energiaáramnak nevezzük.

Kérdések:

1. Hogyan terjedhet a hő különböző halmazállapotú közegekben?

.....

.....

.....

2. Mi a digitális hőmérő működési elve?

.....

.....

.....

3. Hogyan befolyásolják a hő elnyelését a felület tulajdonságai?

.....

.....

.....

Eszköz és anyaglista

szabadon álló 100 W-os halogén izzó	digitális hőmérő
kapcsolóval felszerelt hálózati teljesítménymérő	állvány
előzetesen matt feketére befestett, megadott tömegű, átmérőjű és fajhőjű réz golyó	stopperóra
árnyékoló ernyő	mérőszalag

Munkavédelem



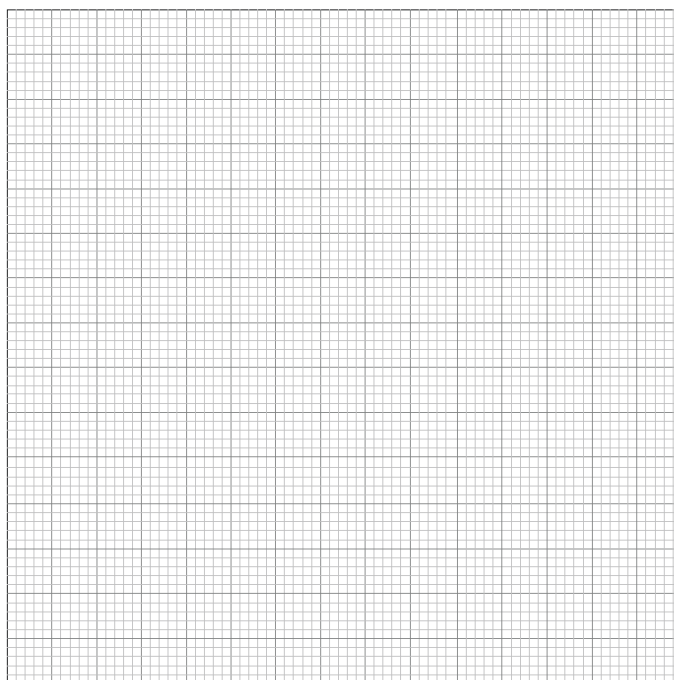
A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A halogén izzó igen erős fényt bocsát ki, ezért a mérés kezdetén állítsuk be az árnyékoló ernyőt úgy, hogy az védje a szemünket a közvetlenül sugárzó fénytől, de ne akadályozza a hőmérő leolvasását. A hőmérőt és a fémgolyót helyezzük el az ábra szerint. A golyó és az izzó azonos magasságban, 10–15 cm távolságban legyen egymástól. Mérjük meg az izzó és a golyó távolságát, valamint a kezdeti hőmérsékletet. Az izzót bekapcsolva jegyezzük fel a golyó hőmérsékletét fél perces időközökben, 4 percen keresztül. Az adatokat foglaljuk táblázatba, majd készítsük el a folyamat hőmérséklet–idő grafikonját!

<i>t (sec)</i>	0	30	60	90	120	150	180	210	240
<i>T (°C)</i>									



hőmérséklet – idő



A grafikon és a golyó adatainak ismeretében adjuk meg a golyót ért hősugárzás teljesítményét! A golyó tömege, fajhője és hőmérsékletének változása alapján a $Q=c \cdot m \cdot \Delta T$ összefüggés segítségével meghatározhatjuk a felvett energiát. A teljesítmény pedig:

$$P = \frac{c \cdot m \cdot \Delta T}{\Delta t}$$

ahol a $\frac{\Delta T}{\Delta t}$ hányados a kapott grafikon meredeksége.

A golyót ért sugárzás és a lámpa távolságának ismeretében számítsuk ki a lámpa sugárzási teljesítményét!

Az izzó hősugárzását gömbszimmetrikusnak tekintve felírható az alábbi arány:

$$\frac{P}{P_{\text{kisugárzott}}} = \frac{r^2 \cdot \pi}{4 \cdot s^2 \cdot \pi}$$

ahol s a rézgolyó – izzólámpa távolság, $4 \cdot s^2 \cdot \pi$ az izzólámpától s távolságban lévő koncentrikus gömb felszíne, $r^2 \cdot \pi$ a rézgolyó előző gömbön lévő vetülete. Így:

$$P_{\text{kisugárzott}} = \frac{4 \cdot s^2}{r^2} \cdot P$$

Mi az oka a hálózathoz felvett teljesítmény és a sugárzási teljesítmény közti eltérésnek? Határozzuk meg a lámpa hatásfokát!

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések**Tanári kísérlet:****Elektromos áram különböző nyomású levegőben és gázokban**

- 1) Szikrakisülés normál nyomású levegőben. (Van de Graaff-generátor)
- 2) Kisülési csősorozat
- 3) Különböző gázokkal töltött kisülési csövek

Házi feladat**Emelt szintű érettségi feladat 2012. május (módosított)**

Élelmiszerek tartósítására használhatunk nagy energiájú elektromágneses sugárzást is. Ha például a romlékony nyers hús 2000 gray röntgensugár dózist nyel el, akkor elpusztulnak benne a baktériumok, és (megfelelően lezárva) sokáig eltartható marad.

- a) Hány 5 MeV energiájú röntgenfotont kell egy 20 kg tömegű hússzeletnek elnyelnie ahhoz, hogy elérjük a 2000 gray-es dózist?
- b) Mennyi lesz az eredetileg 5°C-os hús hőmérséklete az elnyelt sugárzási energia hatására? (A hús fajhője $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ Gy} = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$.)

Megoldás:

Nézz utána, hogy működésük alapján milyen alapvető csoportokba sorolhatók a mesterséges fényforrások? Mik a különböző fajta „izzók” előnyei és hátrányai? Milyen területeken milyen fényforrásokat célszerű alkalmazni. Milyen előnyökkel jár a LED-es fényforrások használata a háztartásokban? Mi akadályozza ezen fényforrások széles körű elterjedését?

Felhasznált irodalom

<http://oktatás.hu>

<http://www.physics.ttk.pte.hu/pages/munkatarsak/nemetb/KFgy-7-fenyintenzitas.pdf>

Csiszár–Győri–Hilbert: 12 próbaérettségi fizikából (emelt szint) Maxim Kiadó, Szeged, 2006.

2. óra

A víz törésmutatójának meghatározása

Emlékeztető

Ha a fény olyan közeg határához érkezik, amelybe be tud hatolni, akkor abban az esetben, ha nem a közeghatárra merőleges a beeső fénysugár, akkor úgy hatol be a másik közegbe, hogy a fény terjedési iránya megváltozik.

A törés törvénye, az ún. Snellius-Descartes törvény. Matematikai alakban:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2}$$

ahol α a beesési szög, β a törési szög, c_1 illetve c_2 pedig a fény terjedési sebessége az első illetve a második közegben.

A terjedési sebességek hányadosát szokás törésmutatónak nevezni. A törésmutató a két közeg közös fénytörő képességét jellemző állandó. Abban az esetben, ha az 1-es közegből a 2-esbe lép a fény, a két terjedési sebesség hányadosát a 2-es közegnek az 1-es közegre vonatkoztatott törésmutatójának nevezzük. Jele: $n_{2,1}$; kiszámítása: $n_{2,1} = \frac{c_1}{c_2}$

Ezzel a törés törvénye: $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1}$

Eszköz és anyaglista

vékony falú, üveg- vagy műanyagkád	lézermutató
milliméterpapír	mérőszalag
Bunsen-állvány díóval, kémcsőfogóval (a lézer rögzítésére)	víz

Munkavédelem

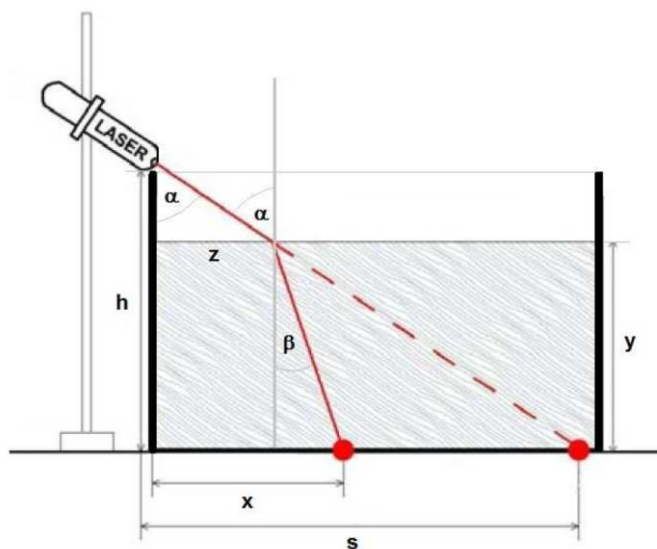
A lézerfény szembe jutva különösen veszélyes! Kerüld még a visszavert fény szembe jutását is!

**A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat**

Helyezzük az üvegekád alá a milliméterpapírt. Célszerű előtte centiméteres beosztást készíteni a mérés megkönnyítése miatt. Rögzítsük a lézert a Bunsen-állványra úgy, hogy a fénysugár pontosan a kád széle felett haladjon. A lézert úgy állítsuk be, hogy viszonylag laposan érkezzon a fénysugár. Ezt az érkezési pontot jelöljük meg a milliméterpapíron. A kádba lassan öntsünk

vizet, és mérjük meg különböző vízszintek esetén a fénysugár eltolódását. Mérési eredményeinket foglaljuk táblázatba. Az ábrán jelölt mérendő, ill. számolandó adatok:

- h : a kád, ill. a kiinduló lézerfény magassága (mért-állandó)
- y : a vízoszlop magassága (mért-változó)
- s : a beérkező fénysugár távolsága a kád szélétől (mért-állandó)
- x : a vízen áthaladó beérkező fénysugár távolsága a kád szélétől (mért-változó)
- z : a vízfelszínhez érkező fénysugár távolsága a kád szélétől (számított)
- α ; β : beesési és törési szög (számított)



y (cm)	x (cm)	α (°)	β (°)	n	$n_{\text{átlag}}$

$$\frac{s}{h} = \frac{z}{h-y} = \tan \alpha \Rightarrow z = \frac{s \cdot (h-y)}{h}; \tan \beta = \frac{x-z}{y}$$

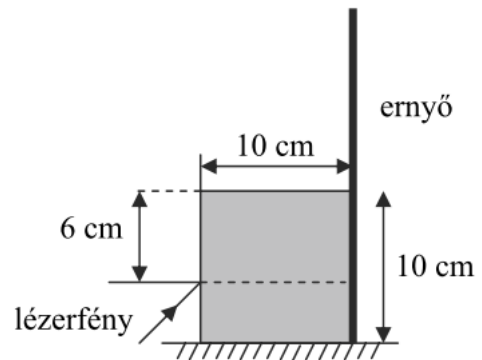
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{\text{víz, levegő}}$$

A mérés során kapott érték valószínűleg eltér víznek a levegőre vonatkoztatott törésmutatójától. Határozd meg, hogy milyen mérési hibák okozhatták ezt az eltérést!

.....

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések**Emelt szintű érettségi feladat 2011. október (módosított)**

Függőleges falú, 10 cm széles üvegedényben 10 cm magasságig víz van. Az edény egyik oldalfalához egy ernyőt illesztünk, másik oldalfalán keresztül pedig egy lézersugárral bevilágítunk a vízbe. A lézersugár a víz-felszín alatt 6 cm-rel éri el az edényt. A lézerfény a rajz síkjában halad. A víz levegőre vonatkoztatott törésmutatója $n = 1,5$. (Az edény falának vastagsága elhanyagolható.)



a) Milyen magasan éri el a lézerfény az edény mögé helyezett ernyőt, ha a lézerfény beesési szöge 45° ?

b) Milyen beesési szög esetén fog éppen az edény bal felső sarkába érkezni a lézerfény?

Készíts rajzokat!

Megoldás:

Házi feladat

Nézz utána az Interneten, hogy mely állatoknak kell figyelembe venniük a fénytörést az élelemszerzésük során!

Felhasznált irodalom

<http://oktatas.hu>

<http://uj szo.com/sites/default/files/photos/promoted/archerfish.jpg>

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Grey_Heron_%28Ardea_cinerea%29_in_AP_W_IMG_4038.jpg

3. óra

A domború lencse fókusz távolságának meghatározása ún. Bessel-módszerrel

Emlékeztető

A lencsék olyan átlátszó anyagból készült testek, amelyet két gömbfelület, vagy egy gömbfelület és egy síkfelület határol. Ha a lencse mindkét oldalát domború gömbfelület határolja, bikonvex lencséről beszélünk, ha pedig mindkét oldaláról homorú gömbfelület határolja, akkor bikonkáv lencséről beszélünk. Ha az egyik oldaláról homorú, a másik oldaláról pedig domború gömbfelület határolja, akkor konvex-konkáv ill. konkáv-konvex lencséről beszélünk, ha pedig egyik oldaláról homorú vagy domború, másik oldaláról sík felületű, akkor plánkonkáv vagy plánkonvex lencséről beszélünk. Az alakjuk szerint másként is csoportosíthatjuk a lencsét: ha a közepükön vastagabbak, mint a szélükön, akkor gyűjtőlencséről beszélünk, ha pedig a közepükön vékonyabbak, mint a szélükön, akkor szórólencséről beszélünk.

Milyen elnevezéseket használunk a lencsék esetén? (Jellegzetes pontok, vonalak.) Mik a nevezetes sugármenetek? Készíts rajzot!

Lképezési törvény: $\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t}$

A fókusz távolság a törésmutatóval és a görbületi sugarakkal: $\frac{1}{f} = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$

Eszköz és anyaglista

optikai pad szükséges tartozékokkal	domború lencse (10–20 cm fókusz távolságú)
amennyiben optikai pad nem áll rendelkezésre: ernyő tartóval; méterrúd; lámpa (25 W)	

Munkavédelem

Mivel a lámpa 230V-os feszültségről üzemel, így fokozottan figyeljünk a megfelelő szigetelésekre és az érintésvédelemre! Vigyázz, az izzó forró!



A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A lencse fókusz távolságának mérésére szolgáló egyik eljárás a Bessel-módszer. Ennek lényege, hogy a tárgyat és az ernyőt egymástól alkalmas távolságra rögzítjük. Ez lesz a számításainkban használt egyik távolság. (s) Ezután a lencsét a tárgytól távolítva megkeressük azt a pontot, ahol a tárgy éles és nagyított képét kapjuk az ernyőn. Ezt követően tovább közelítjük a lencsét az ernyőhöz mindaddig, amíg éles, kicsinyített képet nem kapunk. Ez utóbbi két lencsehelyzet távolsága lesz a számításainkban használt másik adat. (d)

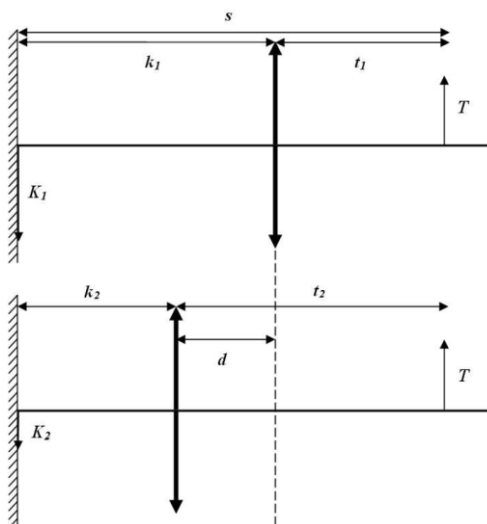
$$s = t_1 + k_1 = t_2 + k_2$$

$$d = k_1 - k_2$$

A leképezési törvényt alkalmazva kapjuk a fókusz távolságra:

$$f = \frac{s^2 - d^2}{4 \cdot s}$$

(A képlet levezetését önállóan végezd el!)



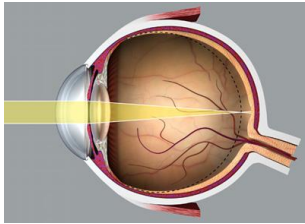
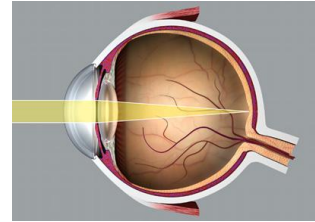
A mérést több különböző s érték esetén ismételjük meg, majd átlagoljuk a kapott fókusz távolságokat!

s (cm)	d (cm)	f (cm)	$f_{\text{átlag}}$ (cm)

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

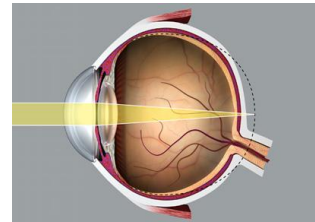
A fénytörési hibák nagyon gyakoriak, a lakosság mintegy felét érintik.

Ha a végtelenből érkező, párhuzamos fénysugarak az ideghártyán egy pontban képződnek le, akkor a szemnek nincs fénytörési hibája (emmetropiás). A szem fénytörését két tényező határozza meg: 1. a szaruhártya és szemlencse törőereje, 2. a szemgolyó hossza és alakja.



Rövidlátás (myopia): a rövidlátó szemben a távoli tárgy éles képe nem az ideghártyán, hanem előtte, az üvegtestben jön létre, az ideghártyára csak életlen kép esik. A rövidlátó szem közelre élesen lát. Kezelés: konkáv (mínuszos) szemüveglencsével, kontaktlencsével.

Távollátás (hypermetropia): a túllátó szem szaruhártyájának és szemlencséjének a törőereje kicsi a szem hosszához képest, így a távoli tárgy éles képe az ideghártya mögött jön létre. Az újszülöttek általában túllátóak, ami a fejlődés során bekövetkező szemtengely hossz-növekedés és szemlencse vékonyodás következtében többnyire fokozatosan megszűnik. Kezelés: konvex (pluszos) szemüveglencsével, kontaktlencsével.



Házi feladat

Emelt szintű próbaérettségi feladat (módosított)

Szemlencsénk fókustávolsága mindig alkalmazkodik a nézett tárgy távolságához (akkomodáció). Legkisebb megerőltetésnek akkor tesszük ki a szemünket, ha pl. olvasásnál a könyvet szemünktől 25 cm-es távolságban tartjuk, ez az úgynevezett „tisztá látás távolsága”. Mennyivel változik meg a szemlencse törőereje (dioptriája), miközben fésülködéskor először a kezünkben – a tisztá látás távolságban – tartott fésűre nézünk, majd tekintetünket a másik kezünkben a szemünktől ugyanilyen távolságban lévő tükörben kialakuló tükörképünkre emeljük?

Megoldás:

Felhasznált irodalom

http://szezsioptika.hu/site/index.php?option=com_content&view=article&id=16&Itemid=21

<http://oktatás.hu>

Csiszár–Győri–Hilbert: 12 próbaérettségi fizikából emelt szint; Maxim Kiadó; Szeged 2006.

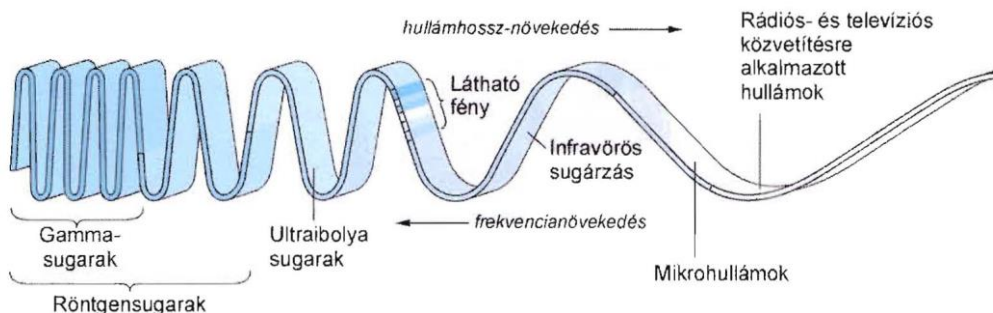
4. óra

A fényelhajlás jelensége optikai rácson, a fény hullámhosszának meghatározása

Emlékeztető

A fény terjedéséhez, hasonlóan a többi elektromágneses hullámhoz, nincs szükség közvetítő közegre. Vákuumban a terjedési sebesség is megegyezik a többi elektromágneses hullámével: 300 000 km/s.

A fény homogén közegben – ha azon át tud hatolni – egyenes vonalban terjed, közegtől függő sebességgel. A látható fény hullámhossztartománya 400–800 nm. Így az infravörös és az ultraibolya tartomány között helyezkedik el.



A fény hullámtermészetét bizonyítják a hullámjelenségek:

- elhajlás
- interferencia
- polarizáció
- visszaverődés és törés.

Fényelhajlás és interferencia rácson

$$\text{Az erősítés irányai: } \sin \alpha_k = \frac{2k}{d} \cdot \frac{\lambda}{2} = \frac{k \cdot \lambda}{d}$$

ahol k természetes szám, d az úgynevezett rácsállandó, λ pedig a fény hullámhossza. A rácsállandó két szomszédos rés azonos oldali szélének a távolsága, vagyis egy rés és egy akadály együttes távolsága. Látható, hogy a rácsállandó csökkentésével az interferenciacsíkok távolodnak egymástól. Mivel a rácson történő elhajlásból származó interferencia soksugaras interferencia, ezért az erősítési helyeken az interferenciacsíkok igen erősek, a kioltási helyek pedig sokkal szélesebb sávok, mint az erősítési helyek, ezért nincs értelme optikai rács esetén kioltási irányokról beszélni.

Eszköz és anyaglista

lézermutató	ernyő
optikai sín	vonalzó
ismert rácsállandójú optikai rács	mérőszalag

Munkavédelem

A lézerfény szembe jutva különösen veszélyes! Kerüld még a visszavert fény szembe jutását is!

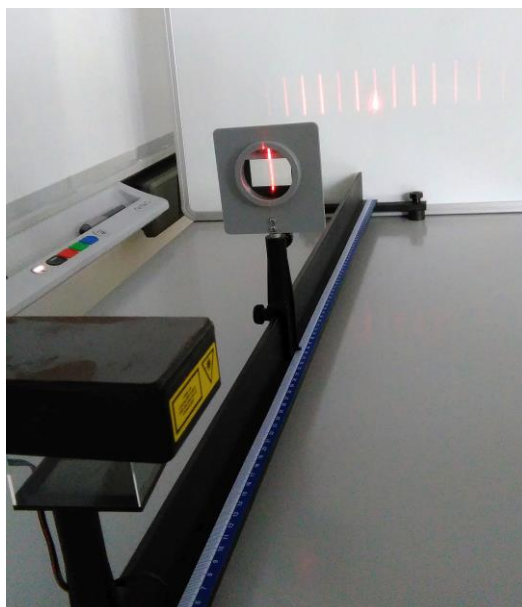


A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

$$k = 1 \text{ esetén } \lambda = d \cdot \sin \alpha$$

A rács és az ernyő (l), valamint az ernyő közepére érkező direkt fénysugár és az első elhajlási kép távolságát (x) megmérve, az α -t a $\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{l}$ összefüggésből határozhatjuk meg.

Az optikai sín végére helyezzük el a széles ernyőt, amelyre milliméter beosztású mérőszalagot ragasztottunk. A sín másik végére rögzítjük a lézermutatót, előtte helyezzük el az ismert rácsállandójú rácsot. A lézerfény a rácson áthaladva elhajlik. Az interferenciacsíkok sötétítés nélkül is jól láthatóan elkülönülnek az ernyőn. Különböző rács-ernyő távolságok esetén határozzuk meg a hullámhosszakat, amelyekből átlagot számolunk.



l (mm)	x (mm)	α (°)	$\sin \alpha$	λ (nm)	$\lambda_{\text{átlag}}$ (nm)

Határozd meg, hogy milyen mérési hibák befolyásolták a mérés pontosságát!.....

.....

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Adjon meg egy-egy gyakorlati példát az elhajlás, interferencia és polarizáció jelenségére!

.....

.....

.....

Kezdő állapot. nyugodt vízfelszín	
Jelentős függőleges elmozdulással járó tenger alatti földrengés, amely lökésszerű kiemelkedést okoz a felszínen	
A forrástól gyorsan távolodó nagyon széles, kis magasságú hullámok a sekély partmenti vizekben összehúzódnak, de közben fel is torlódhatnak	
A szárazföld közelében a hullámok átbuknak, energiájuk nagyobb részét ilyenkor adják le	

A cunami (japánul „cu” = kikötő, „nami” = hullám) egy óceánfelszíni hullámfajta, amely a nyílt vízben rendkívüli sebességgel terjed, de ott csekély magassága miatt például hajókról alig észrevehető. A part közeli sekély vízben azonban lelassul, több méter magasságúra torlódik fel, és

a partra csapva akár kilométeres mélységben okozhat óriási pusztítást. A cunamik 86%-át tenger alatti földrengések okozzák. A viharos szél által keltett felszíni hullámok 100–200 méteres tipikus hullámhosszához képest a cunamik vízszintes kiterjedése sokszorosan nagyobb, jellemzően 100–500 kilométer (nem elírás). Minthogy az óceánok mélysége nem nagyon haladja meg az 5–6 kilométert, a cunamik terjedésének jellemzésére jól használhatóak az úgynevezett „sekély folyadék” egyenletek. Eszerint a c terjedési sebességüket lényegében a h vízmélység határozza meg a $c = \sqrt{g \cdot h}$ egyszerű formulának eleget téve (g a nehézségi gyorsulás), ez körülbelül 800–1100 km/h értékű, ami megfelel egy utasszállító repülőgép sebességének. A nagy kiterjedés és szédítő sebesség mellett csúcsmagasságuk a nyílt vízen alig haladja meg a néhány decimétert. A hasonlóan szétkent, lapos hullámok a szomszédos folyadékelemek rendkívül csekély relatív elmozdulásával terjednek, ezért a belső súrlódás (viszkozitás) szerepe elhanyagolható: ha csak a víz belső súrlódása fékezné a cunamikat, lecsengésükhöz több száz évre lenne szükség.

Házi feladat

Feladat: 1,5 Hz frekvenciájú rezgéshullám terjed a talajban lévő palaréteg felől a vele síkfelülettel érintkező gránitréteg felé. A hullám terjedési iránya a palarétegben 65° -os szöget zár be a határfelülettel.

- Mekkora lesz a törési szög, ha a hullám terjedési sebessége palában 2500 m/s, gránitban pedig 4000 m/s?
- Melyik közeg a hullámtanilag ritkább?
- Milyen irányú terjedés és legalább mekkora beesési szög esetén várható, hogy a hullám nem halad át a határfelületen? Hogyan nevezzük azt a jelenséget, ami ekkor fellép?
- Mekkora lesz a hullámhossz az egyes közegekben?

Megoldás:

Felhasznált irodalom

FIZIKA – 12 próbaérettségi fizikából emelt szint Mozaik Kiadó; 2006.
<http://oktatas.hu>
<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0601/janosi0601.html>
<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/node/10454>