

24. Fénytörés

Alapfeladatok

Snellius - Descartes-törvény

1.

Üvegbe érkező 760 nm hullámhosszú fénysugár beesési szöge 60° , törési szöge 30° . Mekkora a hullámhossza az üvegben?

2.

Valamely fény hullámhossza levegőben $4 \cdot 10^{-7}$ m. Az üvegnek erre a fényre vonatkozó törésmutatója 1,5. Mennyi a fény terjedési sebessége, hullámhossza és frekvenciája az üvegben? (A fény sebessége levegőben $3 \cdot 10^8$ m/s.)

3.

Egy folyadékban a fény $2 \cdot 10^8$ m/s sebességgel terjed. A levegőből folyadékba lépő fénysugár 45° -os szöget zár be a beesési merőlegessel. Mekkora a törési szög? (A fény sebessége levegőben $3 \cdot 10^8$ m/s.)

Plan -parallel lemez

4.

4 cm vastag plánpárhuzamos lemezre 60° -os beesési szög alatt fénysugarat ejtünk. A fénysugár az üvegben 5 cm hosszú utat futott be. Mennyi az üveg törésmutatója? **(1,44)**

5.

Mekkora a fénysugár eltolódása, ha 30 mm vastag üveglemezen halad át, és a beesési szög 60° ? Az üveg levegőre vonatkoztatott törésmutatója 1,5.

6.

Plánpárhuzamos üveglemezre 45° -os beesési szög alatt fénysugár esik. Az üveg törésmutatója 1,5. Milyen vastag az üveg, ha a fénysugár az áthaladás következtében 2 cm-rel tolódik el? **(6,077 cm)**

7.

Egy adott üvegfajtában a fény terjedési sebessége 200000 km/s.

a) Hány fokos lesz a törési szög, ha a fénysugár a levegőből $50^\circ 30'$ beesési szöggel érkezik az üveg felületéhez? **($30^\circ 58'$)**

b) Milyen vastag az ebből az anyagból készült plánpárhuzamos üveglemez, ha a fenti beesési szög esetén a kilépő sugár eltolódása 15,6 mm? **(4 cm)**

8.

Egy párhuzamos falú üveglap 3,5 cm vastag, törésmutatója 1,5.

a) Hány fokos a beesési szög, ha a fénysugár $2 \cdot 10^{-10}$ s alatt halad át az üveglapon?

b) Mennyi az a legrövidebb idő, ami alatt a fény át tud haladni az üveglapon?

Prizma

9.

Egy prizma egyik oldallapjára merőlegesen beeső fénysugár a másik oldallapon 75° -os törési szöggel lép ki. A prizma anyagának törésmutatója 1,5.

Mekkora a prizma törőszöge? **($40,09^\circ$)**

10.

Azt akarjuk elérni, hogy egy prizma egyik lapjára merőlegesen beeső fénysugár a másik lapon 45° -os törési szögben lépjen ki. Mekkora a prizma törőszögét, ha anyagának törésmutatója 1,5?

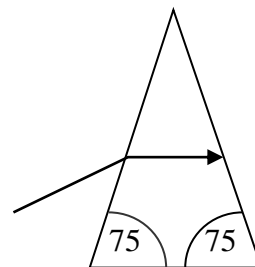
11.

Átlátszó műanyagból készült fénytani prizma törőszöge 36° . A prizma egyik oldallapjára merőlegesen fehér fénysugár esik.

Mekkora szöget zár be egymással a másik oldallapon kilépő vörös és kék fénysugár, ha a prizma anyagának törésmutatója vörös fényre 1,58 és kék fényre pedig 1,62? **(3,99°)**

12.

Egyenlő szárú prizma alapján 75° -os szögek vannak. A prizma felé fénysugár érkezik úgy, hogy a prizma felében az alaplappal párhuzamosan halad. Mekkora a levegőből prizmába lépő fénysugár beesési szöge, ha a prizma levegőre vonatkoztatott törésmutatója 1,5. Mekkora szöggel térül el a fénysugár a prizmán történő áthaladás során?



Teljes visszaverődés

13.

Levegőből üvegbe érkező 590 nm hullámhosszú fénysugár beesési szöge 60° , törési szöge 30° .

a) Mekkora a fény hullámhossza az üvegben? **(340,6 nm)**

b) Mekkora a teljes visszaverődés határszöge az üvegben haladó fénysugárra nézve? **(35,44°)**

A fény terjedési sebessége $3 \cdot 10^8$ m/s.

14.

Ismerve azt, hogy ha a fény üvegből levegőbe lép ki, a teljes visszaverődés határszöge 42° , határozza meg, milyen szög alatt lép ki a fénysugár 25° -os beesési szög esetén!

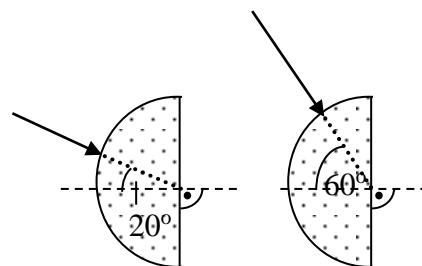
15.

Sima vízfelület alatt 50 cm mélyen pontszerűnek tekinthető fényforrást (izzószálas égőt) helyezünk el. A felszínre helyezett átlátszatlan körlappal akarjuk megakadályozni az égő fénysugarainak kilépését a vízből.

Számítsuk ki a legkisebb megfelelő körlap átmérőjét! A víz törésmutatója $4/3$. **(1,134 m)**

16.

$n = 1,5$ törésmutatójú üveg félhengerre fénysugár érkezik az ábrán látható módon. Kövesse végig a fénysugár útját az egyik, illetve a másik esetben! (A beeső fénysugár egyenese a henger szimmetriatengelyére merőleges síkban haladva metszi a szimmetriatengelyt.)



Görbült felületek

17.

5 cm sugarú üveggömbön átmenő fénysugár az üvegben 8 cm hosszú utat tesz meg, és az üveggömb által okozott teljes eltérítés szöge 60° .

a) Mennyi az üveg törésmutatója? **(1,533)**

b) Mekkora a fény sebessége üvegben? **(1,957·10⁸ m/s)**

18.

A 2,6 cm átmérőjű üveggolyón 10^{-10} s alatt haladt át egy fénysugár. Az üveg törésmutatója 1,5.

a) A golyó közepétől mekkora távolságban haladt a fénysugár az üvegben? **(0,83 cm)**

b) Mekkora szöggel térítette el az üveggolyó a fénysugarat az eredeti irányától? **(67,4°)**

19.

A 3,75 cm sugarú üveggömbön $3 \cdot 10^{-10}$ s alatt haladt át a fény a gömb közepétől 2,25 cm távolságban.

a) Mennyi a gömb anyagának a törésmutatója? **(1,5)**

b) Mekkora beesési szöggel érkezett a fény a gömbhöz? **(64,2°)**

Haladó szintű feladatok

Snellius - Descartes-törvény

20.

Egy H mélységű tó alját a levegőből, a vízfelületre merőleges irányból nézzük. Milyen mélynek érzékeljük a vizet? (A víz törésmutatója n .)

A) nH B) H/n C) H

21.

Az ablaküveg nappal átlátszó, ha azonban az utcán sötét van, akkor tükörnek is lehet használni. Mivel magyarázod a jelenséget?

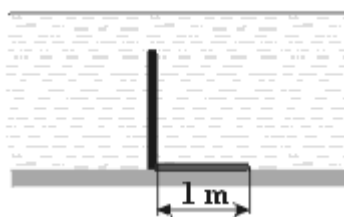
22.

Levegőből üvegbe lépő fény hullámhossza $\lambda_0 = 6 \cdot 10^{-7}$ m-ről $\lambda_1 = 4,2 \cdot 10^{-7}$ m-re csökken.

a) Mekkora a fény terjedési sebessége az üvegben? **($2,1 \cdot 10^8$ m/s)**

b) Mekkora a fénysugár beesési szöge a levegő - üveg határfelületen, ha a visszavert és a megtört sugár derékszöget alkot? **(55°)**

23.



Víz alatt álló függőleges oszlop árnyéka 1 méter, amikor a sugarak 45°-os szöggel érnek a víz felszínére.

Milyen magas az oszlop? (A víz törésmutatója $4/3$.) **(1,6 m)**

24.

Egy vízmedencében 2 m magas, függőleges cölöp áll. A cölöp egy része kiáll a vízből. A vízszintessel 30°-os szöget bezáró napsugarak a medence alján a cölöp 2,41 m hosszú árnyékát hozzák létre. Milyen mély a víz? A víz törésmutatója 1,33. **(1,2 m)**

25.

Egy kádban lévő víz felszínére 60°-os beesési szöggel fénysugarat bocsátunk. A víz törésmutatója $4/3$. A kád alja vízszintes tükörlap. A víz felszínére érkező fénysugár egy része visszaverődik, másik része megtörik és behatol a vízbe. Ez utóbbi a tükörről visszaverődik, majd a levegőből kilépve újra megtörik.

a) Milyen mély a víz, ha a víz felszínéről visszaverődő, és a vízből kilépő fénysugarak távolsága 20 cm? **(23,4 cm)**

b) Mennyi idő alatt haladt a fény a vízen? **($2,74 \cdot 10^{-9}$ s)**

A fény sebessége a levegőben $3 \cdot 10^8$ m/s.

26.

A 20 mm vastag üveglemezre 50°-os beesési szöggel fénysugár érkezik. A fény egy része a felső lapról verődik vissza, a másik része pedig a fényvisszaverő anyaggal bevont alsó felületről. Mekkora a két kilépő fénysugár távolsága? Az üveg levegőre vonatkoztatott törésmutatója 1,5.

27.

Planparallel üveglemez egyik lapja ezüstözött, másik lapjára 30° -os beesési szöggel $0,6 \mu\text{m}$ hullámhosszú fénysugár esik. A lemeztől közvetlen visszaverődő fénysugár és az, amelyik az 5 cm vastag üveglemez ezüstözött oldaláról visszaverődve lép ki a lemezből, egymástól $2,5 \text{ cm}$ távolságban haladnak.

A Planck-állandó értéke: $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; a fény sebessége levegőben $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

a) Mekkora energiája van a fénysugár fotonjainak? (**$3,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$**)

b) Mekkora az üveglemez törésmutatója? (**$1,8$**)

Plan -parallel lemez

28.

Kék és vörös fény keverékéből álló 1 mm átmérőjű fénynyaláb esik 60° -os beesési szögben egy planparallel üvegre. Az üveg törésmutatója vörös fényre $1,739$, kék fényre $1,810$.

a) Mekkora szöget zár be egymással a kék, illetve vörös fénynyaláb az üvegben? (**$1,28^\circ$**)

b) Legalább milyen vastag az üveglemez, ha az üvegből kilépő vörös és kék fény már teljesen elkülönül egymástól? (**68 mm**)

29.

Fénysugár érkezik a levegőből $1,732$ törésmutatójú, 2 cm vastag üveglapra.

a) Mekkora a beesési szög, ha a törési szög éppen feleakkora? (**60°**)

b) Mennyi idő alatt halad át a fénysugár, ha az a)-beli beesési szöggel érkezik? (**$0,133 \text{ ns}$**)

c) Mekkora a fény fotonjainak energiája, ha a hullámhossz az üvegben 382 nm ? (**$3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$**)

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; a fény sebessége a levegőben $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

30.

Egy vízszintesen fekvő, üvegből készült planparallel lemezen $0,3 \text{ ns}$ alatt halad át egy fénysugár. Ez a fénysugár a lemezben a függőleges iránnyal 30° -os szöget zár be.

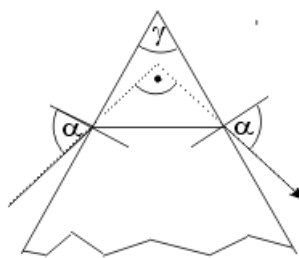
a) Milyen vastag a lemez? (**$5,2 \text{ cm}$**)

b) A lemezből kilépő fénysugár a lemezbe belépő fénysugárhoz képest mekkora eltolódással halad tovább? (**$1,9 \text{ cm}$**)

Az üveg törésmutatója $1,5$; a fény sebessége levegőben $c = 300000 \text{ km/s}$.

Prizma

31.



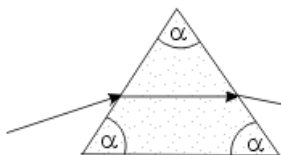
Üvegprizma anyagának levegőre vonatkoztatott törésmutatója $1,58$. Bizonyos beesési szög esetén a kilépő fénysugár a prizma eső fénysugárra merőleges, és a kilépési szög egyenlő a beesésivel.

a) Mekkora a beesési szög? (**84°**)

b) Mekkora a prizma törésszöge? (**78°**)

c) Hány százalékkal kisebb a fény hullámhossza a prizmaiban, mint a levegőben? (**$36,7 \%$**)

32.



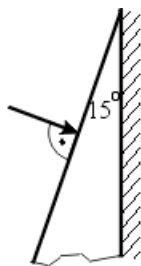
Adott egy üvegprizma, melynek a törőélre merőleges metszete egyenlő oldalú háromszög. Erre a prizma a metszet síkjában fénysugár esik, amely a háromszög egyik oldalával párhuzamosan halad az üvegben és $0,2 \text{ ns}$ alatt jut át a prizmán.

a) A törőéltől mekkora s távolságban és mekkora beesési szöggel érkezik a fénysugár a prizma? (**4 cm , $48,6^\circ$**)

b) Mekkora szöggel téríti el a prizma a fénysugarat? (**$37,2^\circ$**)

Az üveg törésmutatója: $1,5$; a fény sebessége vákuumban $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

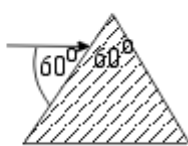
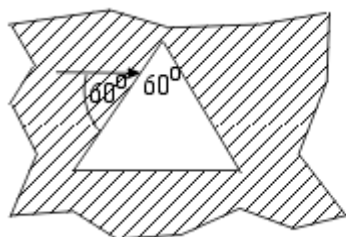
33.



A 15° -os törőszögű prizma egyik felülete ezüstözött és tükröz. A másik felületre merőlegesen fénysugarat bocsátunk. A prizma anyagának törésmutatója 1,5.

- a) Mekkora a fény terjedési sebessége a prizmában? ($2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$)
 b) Hány fokos szöget zár be a kilépő fénysugár a belépő fénysugárral? ($131,4^\circ$)

34.

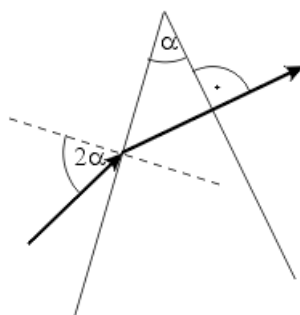


Egy ismeretlen törésmutatójú üveg belsejében egy 60° -os törésmutatójú levegőprizmát hozunk létre. A prizma a rajz szerint az első törősíkhöz érkező fénysugár úgy törik meg, hogy a második törősíkon törés nélkül halad át.

- a) Mekkora az üveg törésmutatója? ($1,73$)

b) Ha ugyanabból az üvegből az előbbivel azonos méretű és helyzetű prizmat készítünk és ezt a levegőben helyezük el, akkor az előbbi irányból a prizma érkező fénysugár hogyan halad át a második törősíktól? (**teljesen visszaverődik**)

35.



Egy fénytani prizma 1,6 törésmutatójú anyagból van. Ha a prizma eső fénysugár beesési szöge kétszerese a prizma törőszögének, akkor a fénysugár a prizma másik lapján törés nélkül lép ki.

- a) Mekkora a prizma törőszöge? ($36,87^\circ$)
 b) Mekkora a fénysugár eltérítési szöge? ($36,87^\circ$)

Teljes visszaverődés

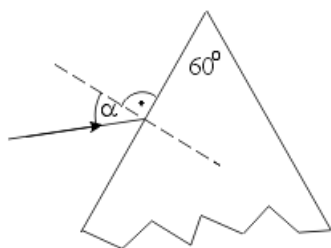
36.



Egy üvegprizma keresztmetszete egyenlőszárú háromszög. Az ábra szerint merőlegesen érkező fénysugár a prizma oldallapján történő kétszeri teljes visszaverődése után az alaplapon merőlegesen lép ki az prizmából.

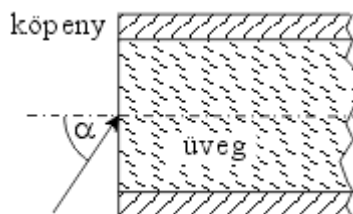
- a) Mekkora a prizma törőszöge? (36°)
 b) Legalább mekkora a prizma törésmutatója? ($1,70$)

37.



Egy $\Phi = 60^\circ$ -os törőszögű, 1,5 törésmutatójú anyagból készült fénytani prizma fénysugár esik az ábra szerint. Mekkora az a legnagyobb α szög, amelynél a prizma másik lapján a fény teljes visszaverődést szenved? **(27,92°)**

38.



Az 1,73 törésmutatójú, hengeres fényvezető üvegszálat 1,51 törésmutatójú köpeny veszi körül. A szál vége a henger tengelyére merőlegesen van lecsiszolva, és a levegővel érkezik.

a) Mekkora legnagyobb a beesési szög esetén nem lép át a fény a köpenybe, ha az üvegszál egyenes? **(57,6°)**

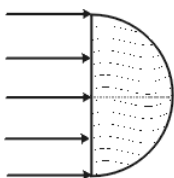
Az üvegszálba belépő fény egy fotonjának energiája

$3,3 \cdot 10^{-19}$ J.

b) Mennyi a fény hullámhossza levegőben, ill. az üvegben? **(600 nm, 346 nm)**

A Planck-állandó értéke: $6,62 \cdot 10^{-34}$ Js; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

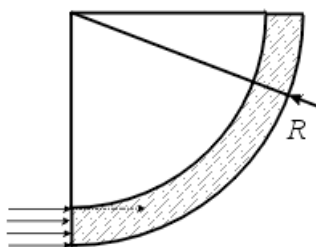
39.



Egy 1,6 törésmutatójú anyagból készült 5 cm sugarú félgömb síklapjára merőlegesen érkeznek a fénysugarak.

A berajzolt szimmetriatengelytől milyen távolságra vannak azok a beeső sugarak, amelyek a gömbfelülethez érkezve, ott teljes visszaverődést szenvednek? **(3,125 cm-nél távolabb)**

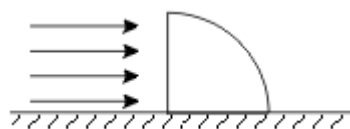
40.



Egy 2 cm x 2 cm méretű, négyzet keresztmetszetű, körív alakúra hajlított tömör üvegrúd egyik határoló felületére az ábra szerint merőlegesen érkezik a fénynyaláb.

Legalább mekkora legyen az R külső görbületi sugár, ha azt akarjuk, hogy a fénysugarak ne lépjenek ki az ívből az ív falán? Az üveg törésmutatója $3/2$. A feltételt elegendő az ábrán szaggatott vonallal berajzolt sugárra és csak az első visszaverődésre vizsgálni. **(6 cm)**

41.



Az asztalon egy negyedhenger alakú üvegtest fekszik, anyagának törésmutatója 1,5. Függőleges falának egész területére merőleges fénysugarak esnek. A henger sugara 5 cm.

Milyen széles sáv marad sötét az asztalon A ponttól jobbra?

(1,71 cm)

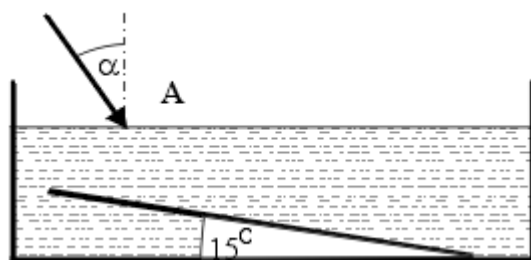
42.

A fény teljes visszaverődésének határszöge víz-levegő esetén $48,5^\circ$.

a) Mekkora a fény terjedési sebessége a vízben? **(2,25 · 10⁸ m/s)**

b) Mekkora beesési szög esetén lesz a megtört és a visszavert fénysugár által bezárt szög ugyanakkora, mint a beesési szög, ha a fénysugár a levegőből érkezik a víz felszínére? **(68°)**

43.



Vízzel teli edény aljára egyik oldalán alátámasztott tükört helyezünk úgy, hogy az a vízszintessel 15° -os szöget zárjon be, amint azt az ábra mutatja. Az A pontban a víz felszínére keskeny fénynyaláb esik.

a) Mekkora szögben lép ki a nyaláb a vízből, ha a beeső nyaláb merőleges a víz felszínére ($\alpha=0$)? (**$41,7^\circ$**)

b) Legalább mekkora legyen az ábra

szerinti beesési szög értéke, hogy a tükörről visszaverődött fény ne lépjen ki a vízből? A víz törésmutatója 1,33. (**$25,31^\circ$**)

Görbült felületek

44.

Vízben lévő gömb alakú légbuborékon 10^{-11} s alatt halad át egy fénysugár.

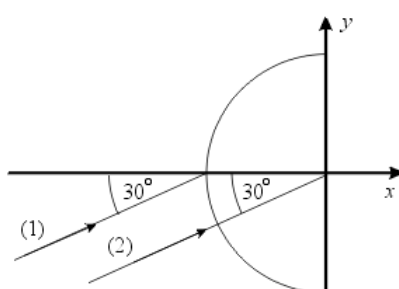
Mekkora a buborék térfogata,

a) ha a buborék felé tartó fény törés nélkül halad át a buborékon; (**$14,14 \text{ mm}^3$**)

b) ha 60° -os szöggel fordul el a buborékon való áthaladás következtében? (**$1,224 \text{ cm}^3$**)

A fény a vízben $2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ sebességgel, a levegőben $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ sebességgel halad.

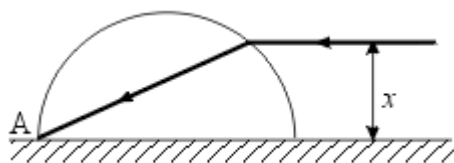
45.



Az $R=10 \text{ cm}$ sugarú, átlátszó anyagból készült félhengerre az ábra szerint két párhuzamos fénysugarat bocsátunk. A félhenger anyagának törésmutatója 1,5.

Határozzuk meg a két fénysugár metszéspontjának x és y koordinátáját! (**$6,35 \text{ cm}$; $7,2 \text{ cm}$**)

46.



Az 1,8 törésmutatójú üvegből készült 5 cm sugarú félgömbre fénysugár érkezik az ábra szerint.

Mekkora az x távolság, ha a fénysugár a félgömb felszínét az A pontban éri el?

47.

Egy 5 cm sugarú és 1,5 törésmutatójú üveggömbbe belépő és rajta áthaladó fénysugarakat vizsgálunk.

Mennyi az legrövidebb idő, ami alatt a fény áthaladhat a gömbön? (**$3,73 \cdot 10^{-10} \text{ s}$**)