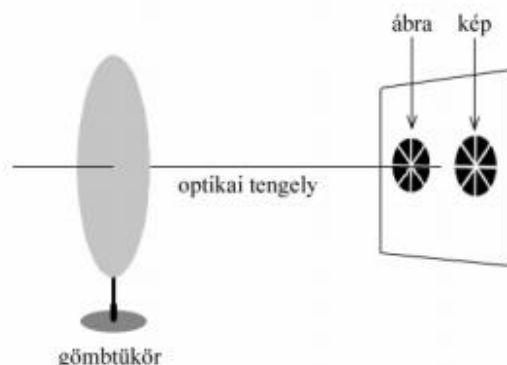


1. Egy fehér papírlapra egy ábrát rajzolunk, majd a jól megvilágított lapot egy 20 cm fókusztávolságú gömbtükrök elé helyezzük. A lapot addig mozgatjuk az optikai tengely mentén, míg az általunk rajzolt ábra mellett megjelenik annak éles képe.



- a) Homorú vagy domború gömbtükröt használtunk-e?
 b) Helyesen mutatja-e a létrejött képet a rajz, vagyis a kép valóban ugyanakkora-e, mint az eredeti ábra?
 c) Milyen távolságban van az ernyő a tükörtől ebben a helyzetben? (2005. október)

Megoldás:

- a) *A tükör jellegének megállapítása* 2 pont
 A tükör homorú tükör.

Indoklás

A kép valódi, 2 pont
 mert ernyőn felfogható, 2 pont
 ezért csak homorú tükör lehet (a domború tükör csak látszólagos képet alkot). 2 pont

- b) *A képképzés elemzése*

$$k = t \quad \text{2 pont}$$

$$N = \frac{K}{T} = \frac{k}{t} = 1 \quad \text{3 pont}$$

(bontható)

(A 3 pont bármilyen gondolatmenetre megadható, amelynek alapján a $k = t$ egyenlőségből a tárgy és kép nagyságának egyenlősége következik.)

Válasz

A rajz helyes; a kép valóban ugyanakkora, mint a tárgy; stb. 1 pont

- c) *A papírlap távolságának megadása*

40 cm 1 pont

Indoklás

3 pont

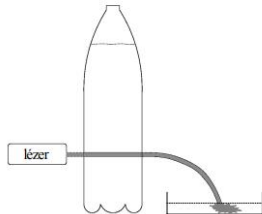
(bontható)

A leképezési törvényből a $k = t$ egyenlőség felhasználásával vagy arra való hivatkozással, hogy a fókusztávolság kétszeresében egyenlő a tárgytávolság a képtávolsággal (vagy ott 1 a nagyítás).

Összesen

18 pont

2. Az ábrán látható, átlátszó műanyag flakon oldalába kicsiny lyukat fúrtunk, majd átlátszó folyadékkal (pl. vízzel) töltöttük meg. A folyadék a lyukon ívelt sugárban folyt kifelé. Ekkor egy lézerrel a flakon túloldaláról a falára merőlegesen úgy világítottuk meg a folyadékot, hogy a fénysugár a folyadékban történő áthaladás után éppen a lyukat érje el. Tapasztalataink szerint a fény a kicsurgó folyadék útját követte (benn maradt a folyadékban), tehát elhajolt, eltért az egyenes iránytól.



Magyarázza meg a jelenséget! Miért nem lépett ki a folyadékból a fénysugár? Mitől függ a jelenség létrejötte? Hogyan figyelhetjük meg a jelenséget, ha a fény a kiömlő vízsugáron belül marad? Hasznosítható-e ez a jelenség a gyakorlatban?

(2009. május id.)

Megoldás:

A jelenség leírásának egyértelműen tartalmaznia kell a következő tényeket:

Ahogy a vízbe bevilágítottunk, a flakonon keresztül a fény belépett a kifolyó vízsugárba, nagyjából a vízsugár tengelyével párhuzamosan.

1 pont

A vízsugár lefelé esett, a fény ezért elérte a vízsugár határát. Mivel a vízsugár keskeny volt, és a fény kezdetben a tengellyel közel párhuzamosan haladt, a határfelületet nagy szögben érte el.

1 + 2 pont

A folyadék törésmutatója nagyobb a levegőénél, ezért a fénysugár a folyadék–levegő határfelületen a sűrűdő beesés miatt teljes belső visszaverődést szenvedett.

2 + 2 pont

A fény így ismét haladt egy darabig a vízsugárban, amíg újfent el nem érte a határfelületet és újfent vissza nem verődött. Az ismételt visszaverődések miatt a fény „be volt zárva” a vízsugárba, így azzal együtt elhajlott.

2 pont

A jelenség létrejöttéhez a fénynek az indulásnál a tengellyel nagyjából párhuzamosan kell a vízsugárba belépnie.

2 pont

A vízsugárnak fokozatosan kell elhajolnia, ha erősen görbült, a fény kilép belőle.

2 pont

A jelenséget azért látjuk, mert a fény egy része a folyadékban lévő szennyeződésekben szóródik, ez a rész kilép a vízsugárból és a szemünkbe jut.

2 + 2 pont

A távközlésben használatos üvegszál is hasonló a mechanizmussal vezeti a fényt.

2 pont

Összesen: 20 pont

3. A fényképezőgépek objektívje (lencséje) ki-be mozgatható, annak függvényében, hogy milyen távol van a fényképezendő tárgy. Manapság ezt a mozgatót automatika végzi. A vizsgálandó esetekben a fényképezendő tárgy nagyobb, mint a fényérzékeny felület. (A lencserendszert egyetlen vékony lencsének tekintjük, amelynek fókusz távolsága állandó.)

a) Milyen jellemző adatokat határoz meg a lencse, a film (fényérzékeny felület) és a fényképezendő tárgy kölcsönös helyzete?

b) Milyen típusú kép keletkezik a fényérzékeny felületen? Magyarozatát rajzzal kísérelje!

c) Közelebbi tárgyról távolabbira térve hogyan mozog a lencse, és ennek megfelelően hogyan változnak a képalkotást jellemző adatok? Válaszát, gondolatmenetét a leképezési törvénnyel indokolja!

d) Gyakorlatilag mekkora lehet a lencse és a fényérzékeny felület között a legkisebb távolság, ha képet akarunk készíteni? Ez a helyzet milyen esetben jön létre?

(2010. május id.)

Megoldás:

a) *A tárgytávolság és a képtávolság „beazonosítása”, megnevezése:*

1 + 1 pont

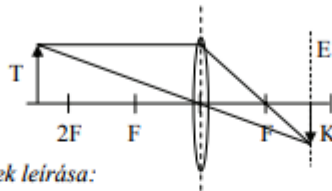
A lencse távolsága a filmtől (fényérzékeny felülettől) a képtávolság, a lencse távolsága a fényképezendő objektumtól a tárgytávolság.

(Tárgytávolságként nem fogadható el az a megfogalmazás, hogy a fényképezendő dolog és a fényképezőgép távolsága, habár nagyságrendileg helyes.)

b) *A keletkező kép típusának megnevezése és magyarázata:*

rajz a képalkotásról

2 pont



A tárgy és a kép helyének leírása:

1 + 1 pont

A tárgy a kétszeres fókuszponton túl van.
A kép az egyszeres és a kétszeres fókuszpont között van.

A kicsinyített kép típusa:

1+1 pont

A kép valódi és fordított állású.

c) *A leképezési törvény felírása:*

2 pont

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t}$$

A tárgytávolság és képtávolság matematikai összefüggése a leképezési törvény alapján:

2 pont

A bal oldali mennyiség állandó, ezért a jobb oldalon az egyik tört növekedése a másik csökkenését jelenti, vagyis a tárgytávolság és a képtávolság fordított irányban változik. (A k és t közötti matematikai összefüggést a leképezési törvény átrendezett alakjaiból is le lehet vonni.)

Következtetés a konkrét feladatban:

4 pont
(bontható)

A távolabbi tárgy fényképezése nagyobb tárgytávolságot jelent, nagyobb tárgytávolság kisebb képtávolságot jelent, kisebb képtávolság előállításához a lencsét közelebb kell a filmhez.

Vagy indirekt következtetéssel:

A lencse távolítása a képtávolságot növeli,
nagyobb képtávolság kisebb tárgytávolságot jelent, de ez ellentétben áll azzal, hogy
távolabbi tárgyat kívánunk fényképezni, tehát a lencsét közelíteni kell.

(Ha a vizsgázó a lencse közelítését tapasztalati alapon állapítja meg, és hiányzik a logikai
levezetés, az adott feladatrészre 1 pontot kaphat.)

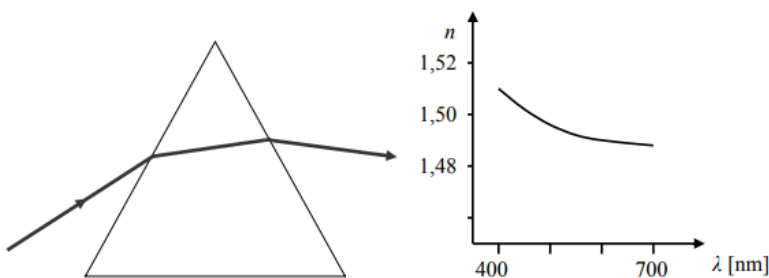
d) *A gyakorlatilag előálló legkisebb képtávolság és a tárgy helyzetének megadása:*

1+1 pont

A legkisebb képtávolság a nagyon távoli (végtelen távoli) tárgynál adódik,
ekkor a képtávolság a fókustávolsággal egyenlő (gyakorlatilag).

Összesen 18 pont

4. A mellékelt ábrán egy prizma látható, melyre balról egy vörös színű fénysugár esik, majd áthalad rajta.
- a) Elemezze részletesen a fénysugár útját a prizmán keresztül! Milyen szabályszerűség írja le a fénysugár áthaladását a prizma első és második felületén? Hogyan befolyásolja ez a szabályszerűség a fénysugár irányát az áthaladás során?
- b) Az alábbi grafikon a prizma anyagának törésmutatóját ábrázolja a fény hullámhosszának függvényében. Rajzolja be (vázlatosan) az ábrára egy, a vörös fénysugárral együtt érkező kék színű fénysugár sugármenetét a prizmán keresztül! Miben tér ez el a vörös fény sugármenetétől és miért?
- c) Mi történik, ha fehér fénysugár esik a prizmára az ábrán bemutatott módon? A prizmának mely tulajdonságai meghatározóak a jelenség létrejötté és mértéke szempontjából?



(2011. október)

Megoldás:

- a) A vörös fénysugár prizmán keresztül megtett útjának elemzése:

6 pont
(bontható)

A prizma felületéhez érve a fénysugár megtörik . Mivel optikailag ritkább közegből optikailag sűrűbb közegbe lép, a beesési merőlegeshez törik. (1 + 1 + 1 pont)

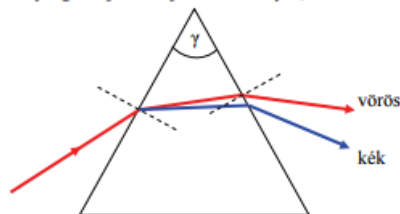
(Számos más megfogalmazás is elfogadható. Az optikailag ritkább közegből sűrűbb közegbe lépés helyett pl. $n_1 < n_2$, vagy utalhat a vizsgázó a fény sebességére is a közegben, pl. $c_{\text{üveg}} < c_{\text{levegő}}$. A beesési merőlegeshez törést is ki lehet fejezni pl. egy $\alpha > \beta$ alakú képlettel, amennyiben a vizsgázó írásban vagy a rajzon pontosan megjelöli, hogy melyik a beesési, illetve a törési szög.)

A prizma túlsó felületéhez érve a fénysugár ismét megtörik . Mivel most optikailag sűrűbb közegből optikailag ritkább közegbe lép, a beesési merőlegestől törik. (1 + 1 + 1 pont)

- b) A kék fénysugár prizmán keresztül megtett útjának helyes berajzolása és az eltérés indoklása:

8 pont
(bontható)

A vörös fénysugárral együtt érkező kék fénysugár útjának rajza akkor helyes, ha az első felületen jobban megtörik, mint a vörös (2 pont), a prizma túlsó lapját kicsit odébb éri el (2 pont) és megint jobban törik meg mint a vörös sugár, azaz a két sugár által bezárt szög a második törés során tovább nő (2 pont). Az eltérő sugármenet oka az, hogy a (grafikonról leolvashatóan) a kék fényre nagyobb a prizma üvegének törésmutatója, mint a vörösre (2 pont).



- c) A fehér fény áthaladásának elemzése:

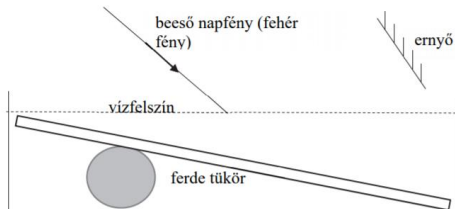
6 pont
(bontható)

A fehér fényt a prizma összetevőire bontja. (2 pont)

A prizma anyagának törésmutatója változik a hullámhossz függvényében (2 pont). Ez az összefüggés, illetve a törésszög nagysága (2 pont) a két legfontosabb tényező, amely a jelenség létrejöttét és mértékét befolyásolja.

Összesen 20 pont

5. Szivárvány létrehozása. Ha szivárványt akarunk létrehozni, arra a következő házilag készíthető eszköz alkalmas: egy kis edénybe egy zsebtükörrel teszünk egy kavics segítségével ferdén feltámasztva. Ezután az edénybe vizet töltünk úgy, hogy a zsebtükör nagyobb részét ellepje a víz. Ha a Nappól érkező fehér fény a víz felszínén megtörve a zsebtükörre esik, akkor onnan visszaverődve és ismét megtörve elhagyja a vízfelszínt, és a kilépő fény a szivárvány színeire bomlik.



- a) Ismertesse a fénytörés jelenségét az azt leíró optikai fogalmak segítségével! Értelmezze ezeket a fogalmakat, és írja fel a törési törvényt!
- b) Rajzoljon be legalább két szétváltó sugármenetet a fent megadott vázlatba, a beeső fénysugártól az ernyőig!
- c) Miért bomlik a fehér fény a szivárvány színeire az elrendezésben? Magyarázza el a jelenséget a fénytörést leíró optikai fogalmak felhasználásával! Hogy hívják azt a jelenséget, mely a fény felbomlását ebben az elrendezésben lehetővé teszi? (2020. október)

Megoldás: (20 pont)

- a) *A fénytörés jelenségének ismertetése, a törési törvény felírása és a kapcsolódó fogalmak értelmezése:*

7 pont
(bontható)

A fénysugarak két átlátszó közeg határán áthaladva irányt változtatnak, megtörnek (2 pont).

Az irányváltás mértékét a második közeg elsőre vonatkoztatott törésmutatója (1 pont) határozza meg:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (1 \text{ pont}) \text{ szerint.}$$

A beesési merőleges a közeget határ síkjára merőleges egyenes (1 pont),
 α a beeső fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög (1 pont),
 β a megtört fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög (1 pont).

(A beesési merőleges, illetve a α és β értelmezésére megfelelő ábra is elfogadható.)

- b) *Két eltérő (széttartó) sugármenet berajzolása:*

9 pont
(bontható)

Egy fehér fénysugár eléri a vízfelszínt. (1 pont)

Két, kissé eltérő szögben megtört fénysugár halad tovább. (1 pont)

Mindkét sugár a beesési merőlegeshez törik. (1 pont)

A kisebb törési szöghöz tartozó a kék, a másik a vörös összetevő. (1 pont)

A két megtört fénysugár széttart, a tükröt kissé eltérő helyen érik el. (1 pont)

Mindkettő visszaverődik, irányuk továbbra is széttartó. (1 pont)

A víz-levegő határhoz érve megint megtörnek. (1 pont)

Ezúttal a beesési merőlegestől törnek. (1 pont)

Ezután különböző helyeken érik el az ernyőt. (1 pont)

- c) *A szivárvány létrejöttének magyarázata és a diszperzió megnevezése:*

4 pont
(bontható)

A törésmutató függ a hullámhossztól (vagy frekvenciától) (1 pont), ez a diszperzió (színszórás) jelensége (1 pont). Ez okozza, hogy a különböző színösszetevők sugármenete eltérő (2 pont), és máshol érik el az ernyőt.

Összesen: 20 pont