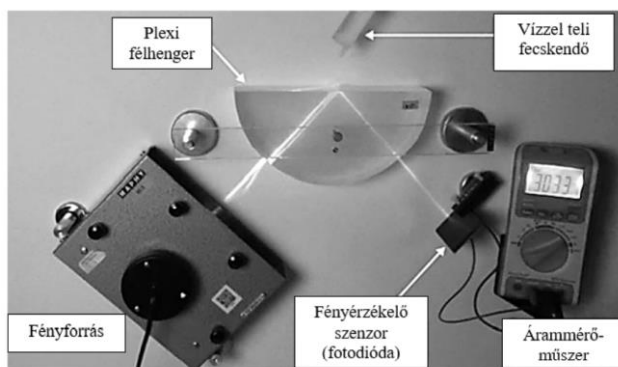
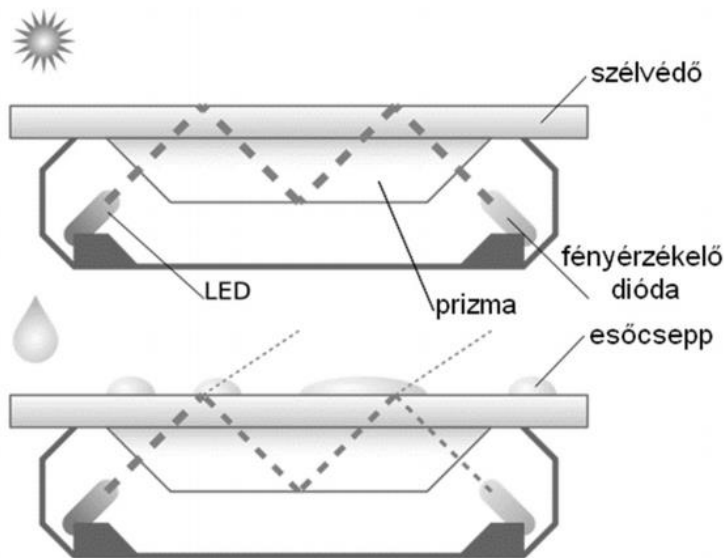


Fényérzékelős esőszenzor

Sok modern autónál megfigyelhetjük, hogy egy esőszenzornak köszönhetően bekapcsol az ablaktörlője, amint esőcseppek kerülnek a szélvédőüvegre. Az esőérzékelő akár az ablaktörlő sebességét is szabályozhatja. Az ábrákon látható kísérlet mutatja a fényérzékelős esőszenzor működési elvét. A száraz plexi vékony félhenger palástjára sugárirányból beeső fény a félhenger hátsó sík lapján teljes visszaverődést szenved, majd egy fényérzékelő diódára esik. (A plexi levegőre vonatkozó törésmutatója 1,5.) Ahol vizet csöppentünk a plexi visszaverő felületének külső oldalára, a plexiből a fény ki tud lépni, mert a plexi vízre vonatkozó törésmutatója más lesz, mint a levegőre vonatkozó volt. Így a visszavert fénysugár intenzitása már jóval kisebb lesz, mint a száraz felület esetén a fotodiódába érkező fénysugáré. A fotodiódán mérhető áramcsökkenés hatására kapcsol be az ablaktörlő.



Forrás: https://www.youtube.com/watch?v=sn183k3CK_s&feature=youtu.be



Forrás: https://en.wikipedia.org/wiki/Rain_sensor

- Fogalmazza meg a Snellius–Descartes-törvényt, ismertesse a törésmutató fogalmát! Adja meg a kapcsolatot a törésmutató és a terjedési sebességek között!
- Fogalmazza meg, milyen feltételek teljesülése esetén jöhet létre teljes visszaverődés!
- Határozza meg az üveg-levegő, valamint az üveg-víz, továbbá a víz-levegő határfelület esetén a határszög értékét! Az üveg levegőre vonatkoztatott törésmutatója 1,5. A víz levegőre vonatkoztatott törésmutatója $4/3$.

d) Az esőszenzor vázlatos ábrájának segítségével magyarázza el, hogyan működik az esőszenzor! Milyen törésmutatójú anyagból készül a gépkocsi szélvédőjéhez ragasztott prizma és miért? Miért célszerű infravörös fényt használni?

(2020. október)

Megoldás: (18 pont)

a) A törésmutató fogalmának és a törési törvénynek ismertetése:

3 pont

A beesési és a törési szög szinuszaik hányadosa egyenlő a törésmutatóval (1 pont, képlet is elfogadható), ahol a törésmutató az első, illetve a második közegben mért fénysebesség hányadosa (1 pont).

A merőlegesen beeső fénysugár irányváltoztatás nélkül halad tovább.

A beeső fénysugár, a beesési merőleges és a megtört fénysugár egy síkban vannak (1 pont).

b) A teljes visszaverődés feltételeinek ismertetése:

2 pont

Teljes visszaverődés akkor jön létre, ha a fény az optikailag sűrűbb (nagyobb törésmutatójú, kisebb fénysebességű – bármelyik elfogadható) közeg felől egy optikailag ritkább (1 pont) (kisebb törésmutatójú, nagyobb fénysebességű) közeg felé halad, és a határfelületre érkezve a beesési szöge meghalad egy határszöveget. (1 pont).

c) A keresett határszögek meghatározása:

5 pont

A levegő-üveg határfelületen $\sin \alpha_k = 1 / n_{v,l} = 2 / 3 \Rightarrow \alpha_k = 41,8^\circ \approx 42^\circ$ (2 pont).

A víz levegő határfelületen $\alpha_k = 48,6 \approx 49^\circ$ (1 pont).

Az üveg-víz határfelületen:

Mivel a víz üvegre vonatkoztatott törésmutatója $n_{v,v} = \frac{n_{v,l}}{n_{v,v}} = \frac{3}{2} = \frac{8}{9}$ (1 pont),

$\sin \alpha_k = \frac{8}{9} \Rightarrow \alpha_k = 62,7^\circ \approx 63^\circ$ (1 pont).

d) Az esőszenzor működésének ismertetése:

8 pont

A LED-ből belép a fény a prizma, majd irányváltoztatás nélkül halad tovább az üvegben (1 pont).

Száraz időben az üveg-levegő, illetve prizma-levegő felületeken teljes visszaverődést szenved, hiszen a beesési szöge (45°) meghaladja a határszöveget (42°) (1 pont).

Így eljut a prizma fotodióda felé eső oldaláig, ahol kilép, és a fotodiódára esik (1 pont).

Ha vizes a szélvédő, a fénysugár jelentős hányada belép a vízbe, majd kilép a levegőbe, hiszen a beesési szöge (45°) kisebb lesz az adott felületekre érvényes határszögekénél (63° , illetve 49°) (2 pont), és így csak kis hányada jut el a fotodiódáig.

A prizma anyagának törésmutatója megegyezik a szélvédőüvegével (1 pont), hogy a prizma-szélvédő határfelületen a fénysugár irányváltoztatás nélkül haladjon át (1 pont).

Az infravörös fény használata azért célszerű, mert a látható tartományon kívül esik (nem zavarja a vezetést) (1 pont).

(Egy tetszőleges helyes megfontolás esetén megadandó az 1 pont.)

Összesen

18 pont