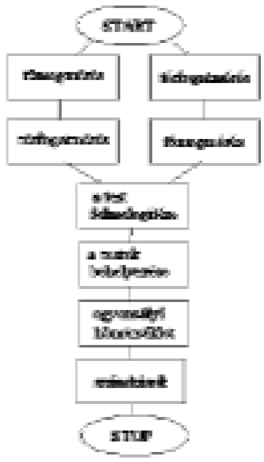
B	A	L	I	E	R	A	S	M	U	S	E	R	N	O	D
O	N	D	A	T	J	O	H	N	L	O	C	K	E	S	I
Y	E	S	Z	O	K	R	A	T	E	S	Z	D	I	A	R
L	W	A	T	T	R	O	U	S	S	E	A	U	M	R	A
E	T	E	S	L	A	D	E	S	C	A	R	T	E	S	C
N	O	A	R	I	S	Z	T	O	T	E	L	E	S	Z	T
O	N	O	B	E	L	I	K	A	N	T	E	S	I	O	N
R	A	D	I	S	Z	E	N	T	T	A	M	A	S	H	E
U	F	F	R	A	N	C	I	S	B	A	C	O	N	M	R
S	T	O	C	K	E	S	H	O	B	B	E	S	T	I	N

További rejtvényeket – többek között - a Firka 1998-1999. számaiban találhatunk.

7. Folyamatdiagram

A mellékelt folyamatdiagram a Firka idei 1-es számában bemutatott kalorimetriás mérés lépéseit ábrázolja.



Könyvészet

1] Leisen, J. (Szerk. 1999): *Methoden-Handbuch DFU*. Varus Verlag, Bonn

2] Kovács Zoltán (2002/2003) *Aktív és csoportos oktatási eljárások*. Firka (1, 2, 3, 4, 5, 6)

3] Peterßen, W.H. (2001.): Kleines Methoden-Lexikon. Oldenbourg, Schulverlag. München

4] Kovács Zoltán, Rend Erzsébet (2002, kézirat) *Aktív oktatási módszerek példatára*

Kovács Zoltán

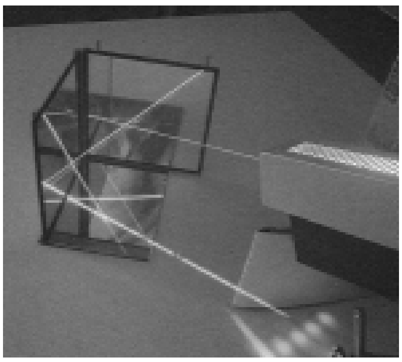
A fényvisszaverődés és a fénytörés törvénye vektorosan

III. rész

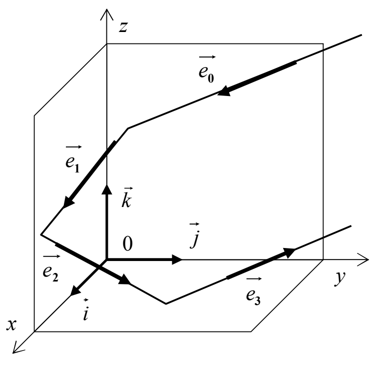
3. Feladatok megoldásokkal

a.) A fényvisszavető saroktükör

Feladat: Bizonyítsuk be, hogy miután egy fénysugár rendre visszaverődik három – egymásra kölcsönösen merőleges – síktükrön, a beeső sugárral ellentétes irányra tesz szert. Lásd a 3. ábrát!



3. ábra



4. ábra

Helyezzük a „tükörsarokba" az Oxyz derékszögű koordináta rendszert (4. ábra)! Verődjön vissza a fénysugár előbb az yOz, majd tovább az xOz, és végül az xOy síkok tükreiről. Nyilvánvaló, hogy ezek normális-egységvektorai az $\vec{i}$, a $\vec{j}$, és a $\vec{k}$.

Megoldások:

▸ *Megoldás a fényvisszaverődés törvényének explicit-vektoros alakjával*

Követve a fénysugár útját, alkalmazzuk háromszor, egymás után, a visszaverődés (6) törvényét:

$$\vec{e_1} = \vec{e_0} - 2\left(\vec{e_0} \cdot \vec{i}\right)\vec{i}$$
$$\vec{e_2} = \vec{e_1} - 2\left(\vec{e_1} \cdot \vec{j}\right)\vec{j}$$
$$\vec{e_3} = \vec{e_2} - 2\left(\vec{e_2} \cdot \vec{k}\right)\vec{k}$$

Helyettesítsük az $\vec{e_2}$ -t az $\vec{e_3}$ -ba, majd ebbe az $\vec{e_1}$ kifejezését, és vegyük figyelembe, hogy a skaláris vektorszorzat disztributív az összeadásra nézve, valamint azt is, hogy az $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ ortogonalitása miatt: $\left(\vec{i} \cdot \vec{j}\right) = \left(\vec{j} \cdot \vec{k}\right) = \left(\vec{k} \cdot \vec{i}\right) = \mathbf{0}$.

$$\begin{aligned}
\vec{e_3} &= \vec{e_1} - 2\left(\vec{e_1} \cdot \vec{j}\right)\vec{j} - 2\left\{\left[\vec{e_1} - 2\left(\vec{e_1} \cdot \vec{j}\right)\vec{j}\right] \cdot \vec{k}\right\}\vec{k} = \\
&= \vec{e_1} - 2\left(\vec{e_1} \cdot \vec{j}\right)\vec{j} - 2\left(\vec{e_1} \cdot \vec{k}\right)\vec{k} + 4\left(\vec{e_1} \cdot \vec{j}\right)\left(\vec{j} \cdot \vec{k}\right)\vec{k} = \\
&= \vec{e_0} - 2\left(\vec{e_0} \cdot \vec{i}\right)\vec{i} - 2\left[\left(\vec{e_0} \cdot \vec{j}\right) - 2\left(\vec{e_0} \cdot \vec{i}\right)\left(\vec{i} \cdot \vec{j}\right)\right]\vec{j} - 2\left[\left(\vec{e_0} \cdot \vec{k}\right) - 2\left(\vec{e_0} \cdot \vec{i}\right)\left(\vec{i} \cdot \vec{k}\right)\right]\vec{k} = \\
&= \vec{e_0} - 2\left(e_{0x}\vec{i} + e_{0y}\vec{j} + e_{0z}\vec{k}\right) = \vec{e_0} - 2\vec{e_0} = -\vec{e_0} \ .
\end{aligned}$$

Tehát, mivel $\vec{e_3} = -\vec{e_0}$, a saroktükör a beeső fénysugarat, helyzetétől függetlenül, mindig visszafordítja!

▸ *Megoldás a fényvisszaverődés törvényének implicit-vektoros alakjával*

A beeső fénysugár mindhárom tükrön visszaverődik, ezért, sorban, mindegyikre felírjuk a fényvisszaverődés (8a) és (8b) egyenletrendszerét:

$y\mathbf{0}z$ tükör	$x\mathbf{0}z$ tükör	$x\mathbf{0}y$ tükör
$\left(\vec{e_1} \times \vec{i}\right) = \left(\vec{e_0} \times \vec{i}\right)$	$\left(\vec{e_2} \times \vec{j}\right) = \left(\vec{e_1} \times \vec{j}\right)$	$\left(\vec{e_3} \times \vec{k}\right) = \left(\vec{e_2} \times \vec{k}\right)$
$\left(\vec{e_1} \cdot \vec{i}\right) = -\left(\vec{e_0} \cdot \vec{i}\right)$	$\left(\vec{e_2} \cdot \vec{j}\right) = -\left(\vec{e_1} \cdot \vec{j}\right)$	$\left(\vec{e_3} \cdot \vec{k}\right) = -\left(\vec{e_2} \cdot \vec{k}\right)$

Mivel az $\vec{e}$ vektorok $e = e_x\vec{i} + e_y\vec{j} + e_z\vec{k}$ alakúak, mind a hat vektoregyenlet felírható ezek skalárkomponenseivel. Az yOz tükör egyenletei:

Az első $\left(\vec{e_1} \times \vec{i}\right) = \left(\vec{e_0} \times \vec{i}\right)$ determinánssal felírva,

$$\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ e_{1x} & e_{1y} & e_{1z} \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ e_{0x} & e_{0y} & e_{0z} \\ 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} , \qquad \text{kifejtve}$$

$$\begin{vmatrix} e_{1y} & e_{1z} \\ 0 & 0 \end{vmatrix}\vec{i} - \begin{vmatrix} e_{1x} & e_{1z} \\ 1 & 0 \end{vmatrix}\vec{j} + \begin{vmatrix} e_{1x} & e_{1y} \\ 1 & 0 \end{vmatrix}\vec{k} = \begin{vmatrix} e_{0y} & e_{0z} \\ 0 & 0 \end{vmatrix}\vec{i} - \begin{vmatrix} e_{0x} & e_{0z} \\ 1 & 0 \end{vmatrix}\vec{j} + \begin{vmatrix} e_{0x} & e_{0y} \\ 1 & 0 \end{vmatrix}\vec{k}$$

$$e_{1z}\vec{j} - e_{1y}\vec{k} = e_{0z}\vec{j} - e_{0y}\vec{k} \quad \Rightarrow \quad e_{1y} = e_{0y} \quad \text{és} \quad e_{1z} = e_{0z} \ .$$

A második $\left(\vec{e_1} \cdot \vec{i}\right) = -\left(\vec{e_0} \cdot \vec{i}\right)$, kifejtve

$$e_{1x} \cdot 1 + e_{1y} \cdot 0 + e_{1z} \cdot 0 = -\left(e_{0x} \cdot 1 + e_{0y} \cdot 0 + e_{0z} \cdot 0\right) \quad \Rightarrow \quad e_{1x} = -e_{0x}$$

Tehát az első tükrözés eredménye:

$$e_{1x} = -e_{0x}\ , \quad e_{1y} = e_{0y}\ , \quad e_{1z} = e_{0z}$$

Teljesen hasonlóan kapjuk az ezutáni visszaverődéseknél:

$$e_{2x} = e_{1x}\ , \quad e_{2y} = -e_{1y}\ , \quad e_{2z} = e_{1z}\ ,$$

$$e_{3x} = e_{2x}\ , \quad e_{3y} = e_{2y}\ , \quad e_{3z} = -e_{2z}\ .$$

Sorra felhasználjuk ezeket az összefüggéseket:

$$\vec{e_3} = e_{3x}\vec{i} + e_{3y}\vec{j} + e_{3z}\vec{k} = e_{2x}\vec{i} + e_{2y}\vec{j} - e_{2z}\vec{k} = e_{1x}\vec{i} - e_{1y}\vec{j} - e_{1z}\vec{k} =$$
$$= -e_{0x}\vec{i} - e_{0y}\vec{j} - e_{0z}\vec{k} = -\left(e_{0x}\vec{i} + e_{0y}\vec{j} + e_{0z}\vec{k}\right) = -\vec{e_0}\ .$$

Tehát megint: $\vec{e_3} = -\vec{e_0}$

(folytatjuk)

Bíró Tibor

Hibaigazítás

A fényvisszaverődés és a fénytörés törvénye vektorosan (FIRKA 2003-2004/4, 159.oldal 10-12. sor) helyesen: Tehát a fénytörés törvényét vektorosan, szintén egy egyenletrendszer adja meg:

$$\boxed{\begin{aligned} n_2\left(\vec{e_2} \times \vec{N}\right) &= n_1\left(\vec{e_0} \times \vec{N}\right) \\ n_2\left(\vec{e_2} \cdot \vec{N}\right) &= -n_1\sqrt{\left(n_2/n_1\right)^2 - 1 + \left(\vec{e_0} \cdot \vec{N}\right)^2} \end{aligned}} \quad \begin{aligned} (9a) \\ (9b) \end{aligned}$$

firkácska

Alfa-fizikusok versenye

2001-2002

VIII. osztály – III. forduló

1. Gondolkozz és válaszolj! *(6 pont)*

a). Miért nem látunk messzire a ködben?
b). Miért zöld színű a falevél?
c). Miért lesz huzat a lakásban, ha két szemközti ablakot kinyitunk?
d). Miért tud a tengeralattjáró a víz alatt közlekedni?

2. Kísérletezz! *(3 pont)*

Eszközök: plexi tálka, sík- és pontelektródok, vezetékek, műanyag rúd, szőrme, olaj, búzadara. Feladat: Szereld a plexi tálka elektródtartóira az elektródokat és önts a tálkába 2 mm rétegvastagságban olajat! Szórj az olaj tetejére egyenletes eloszlásban búzadarát! A megdörzsölt műanyag rúd segítségével adj töltést az elektródoknak! Figyeld meg, hogyan helyezkednek el a búzadara szemcsék a töltéssel rendelkező elektródok között! Rajzold le!

Tapasztalat: .... Magyarázat: ....