

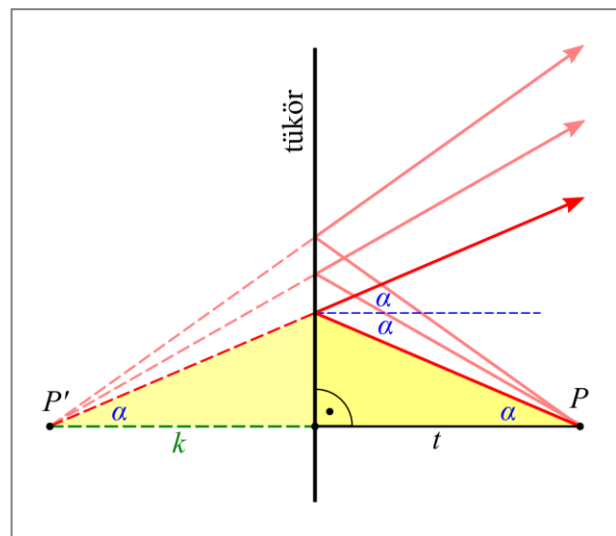
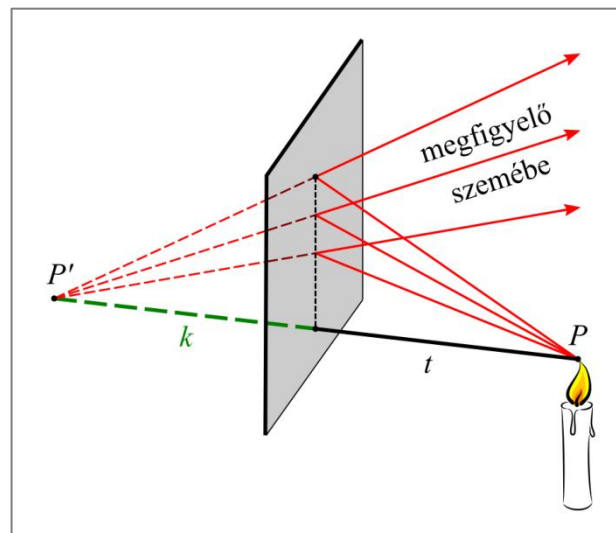
Ifj. Zátanyi Sándor

A síktükör képalkotása

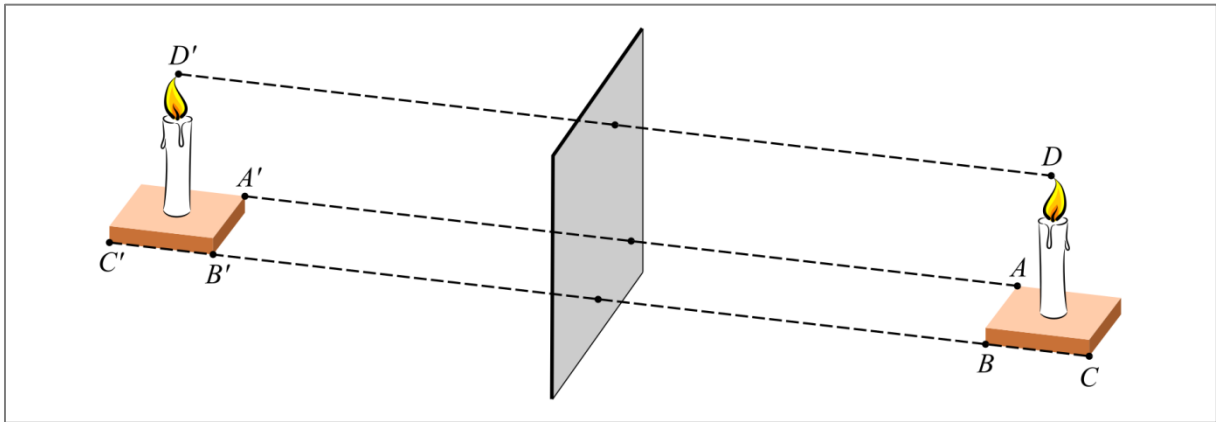
A *Fizikai Szemle* 2020. évi 10. számában *Fizikaoktatásunk margójára* címmel *Holics László* írt cikket. Ebben felhívja a figyelmet a síktükör képalkotásával kapcsolatos gyakori, de hibás állításra: „A tükör által alkotott kép egyenes állású, de a bal és jobb oldalt felcseréli.”. Sajnos ez az állítás több tankönyvben is megjelenik, sőt Budó Ágoston: *Kísérleti fizika III.* című könyvében is szerepel. A cikk nyomán a *Fizikatanárok* Facebook-csoportban is érdekes vita bontakozott ki a problémáról. Ez indokolja, hogy áttekintsük a síktükör képalkotását, és a hozzá kapcsolódó kérdéseket.

A síktükörben látható kép keletkezését a következő módon magyarázhatjuk. A tárgy egy P pontjából kiinduló fénysugarak a tükörről a fényvisszaverődés törvényének megfelelően verődnek vissza, és így jutnak el a szemünkbe. Szemünk azonban „nem tudja”, hogy a beérkező fénysugarak iránya megváltozott. Emiatt az adott pont képét ott látjuk, ahol a szemünkbe érkező fénysugarak visszafelé történő meghosszabbításai metszik egymást. Ez a P' metszéspont azonban most nem ott van, ahol a tárgy adott pontja (P) elhelyezkedik.

A tárgy egy tetszőleges P pontjának síktükörben keletkező P' képe a fényvisszaverődésről tanultak alapján szerkesztéssel is meghatározható. A rajz alapján igazolható, hogy a két sárga háromszög egybevágó, ezért $k = t$, tehát a P és a P' pontok azonos távolságra vannak a tükörtől.



Kiterjedt tárgy esetén ez a megállapítás a tárgy minden pontjára érvényes. A rajz alapján azt is észrevehetjük, hogy a tárgy és a kép egymásnak geometriai értelemben vett tükörképei. (Síkra történő tükrözés.)



A síkra vonatkozó tükrözés egybevágósági transzformáció, melynek a matematikában megismert legfontosabb tulajdonságai a következők:

- Egyenestartó: Bármely egyenes képe is egyenes.
- Szögtartó: Bármely két egyenes képének egymással bezárt szöge ugyanakkora, mint az eredeti egyenesek által bezárt szög.
- Távollástartó: Bármely két pont képének egymástól mért távolsága ugyanakkora, mint az eredeti pontok távolsága.
- Irányításváltó

Ezekből a tulajdonságokból (is) következik, hogy a képtávolság ugyanakkora, mint a tárgytávolság, és a keletkező kép ugyanakkora, mint a tárgy. Mivel síktükörnél a kép a tükör mögött keletkezik, így valójában oda nem is jut el fény a tárgyról. Ezt a képet tehát nem lehet ernyőn felfogni, a síktükör látszólagos képet alkot. Eszerint:

A síktükörben látott kép mindig

– látszólagos,

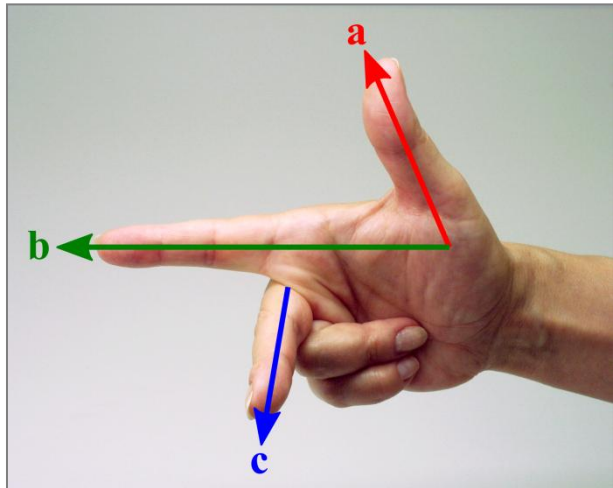
– a tárggyal megegyező állású,

– a tárggyal egyenlő nagyságú.

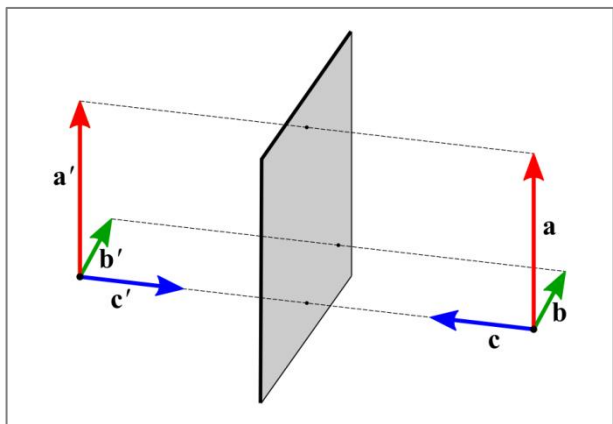
– A képtávolság ugyanakkora, mint a tárgytávolság.

A tanítás során (a hibás bal–jobb cserén kívül) többnyire csak a tükörírást szokás még megemlíteni, az irányításváltással kapcsolatosan további elemzésre a tankönyvek általában nem vállalkoznak. Vizsgáljuk meg tehát, hogy mit is jelent az irányításváltás!

Ha az **a**, **b** és **c** vektorok nem egy síkban vannak, akkor az általuk alkotott vektorrendszert jobbsodrásúnak nevezzük, ha a jobb kezünk beállítható úgy, hogy a hüvelykujjunk a-val, a mutatóujjunk b-vel, középső ujjunk pedig c-vel megegyező irányba mutat. (Ha ugyanez csak bal kezünkkel valósítható meg, akkor a vektorrendszer balsodrású.)



A rajz alapján egyszerűen megállapítható, hogy a síkra vonatkozó tükrözés az **a**, **b**, **c** vektorokból álló jobbsodrású vektor-rendszert az **a'**, **b'**, **c'** balsodrású vektorrendszerbe viszi át. A rajz alapján az is belátható, hogy mozgással (eltolás, forgatás) az **a**, **b**, **c** vektorrendszert nem lehet átvinni az **a'**, **b'**, **c'** rendszerbe.



Figyeljük meg, hogy az **a** vektor és a tükörképe (**a'**) azonos irányúak. Szintén azonos irányú a **b** és a tükörképe (**b'**). (Ez igaz minden olyan vektorra is, amely párhuzamos a tükrözés síkjával.) A **c** vektor és tükörképe (**c'**) azonban ellentétes irányú. (Ez igaz minden olyan vektorra is, amely merőleges a tükrözés síkjára.) A síkra vonatkozó tükrözés tehát a tükrözés síkjára merőleges irány mentén felcseréli az irányokat. Ennek megfelelően a síktükör képalkotásánál tehát *mindig a tükörrre merőleges irányok cserélődnek fel.*

Ha a tükör síkja vízszintes, akkor a tükör a fel-le irányokat cseréli meg. Tipikusan ez a helyzet a sima víztükör által létrehozott tükörképeknél. Például ezen a fényképen az égbolt tükörképe kerül legalulra, fölötte látszik a tetőszerkezet tükörképe, és a ház falainak tükörképe van a legmagasabban. (FizFotó: [fizf0866.jpg](#))



A következő képen a tükör síkjának normálvektora jobbra mutat. A tükör ennek megfelelően most a bal-jobb irányokat cseréli fel. Például a táblán az F-I-Z-I-K-A betűk balról jobbra követik egymást. A tábla tükörképén azonban ezek a betűk jobbról balra sorakoznak egymás mellett. A tábla rúdja a maci orrától balra van, a rúd tükörképe azonban a maci orrának tükörképétől jobbra látható. (FizFotó: fizf0280.jpg)



A harmadik fotón a tükör normálvektora a megfigyelő felé mutat. Emiatt ez a tükör az előre-hátra (előtte-mögötte) irányokat cseréli fel. Ez jól látszik a kék betűkön. Ennek a következménye az is, hogy a toll „ZEBRA” felirata, illetve a toll csipetetője nem látszik a tükörképén. (FizFotó: fizf0862.jpg)



Érdekes kérdés az is, hogy mekkorának látjuk a síktükörben keletkező képet. Tudjuk, hogy *a tárgy és a síktükörben keletkező képe azonos nagyságú*. Gyakran azonban a kép távolabb van a megfigyelőtől, mint a tárgy, ezért a kép kisebbnek látszik. Ezzel kapcsolatosan érdemes az egyik tankönyvben is szereplő kísérletet elvégezni:

„Állj két karnyújtásnyira egy falitükör elé! A tükör felé kinyújtott kezedben tarts egy függőleges helyzetű ceruzát! Milyen messze van tőled a ceruza képe? Mekkora látod a ceruzához képest annak tükörképét? Készíts róla vázlatrajzot, és magyarázd meg segítségével a látottakat! Mekkora látnád a ceruza tükörképét, ha három karnyújtásnyira állnál a faltól? Hova kell állnod, hogy a tükörképet feleakkora lásd, mint a ceruzát? Igaz-e, hogy a ceruza és a tükörképe mindig ugyanakkora? (Segítségül:



Segítségül: Hova kell állnod, hogy a tükörképet feleakkora lásd, mint a ceruzát? Igaz-e, hogy a ceruza és a tükörképe mindig ugyanakkora? (Segítségül:

Igaz-e hogy a magasban szálló repülőgép kisebb lett a felszállás után?)” (Dr. Zátonyi Sándor: *Fizika* 8., 68. oldal, OFI, Bp., 2016.) (*FizFotó*: [fizf0998.jpg](#))

– 0 –

A síktükör képalkotásához kapcsolódó további fotók találhatóak a *FizKapu* honlap *FizFotó* – *FÉNYTAN* rovatában: <http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fizfoto6.html>