31. Nagy László Fizikaverseny
Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazincbarcika
2016. február 25 – 26.

J a v í t ó k u l c s

9. osztály

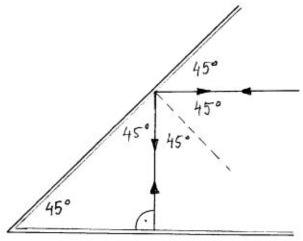
4. feladat

a)

Könnyen belátható, hogy a beesési szöget változtatva 3 eset lehetséges: 1 pont

1) 1 + 2 pont

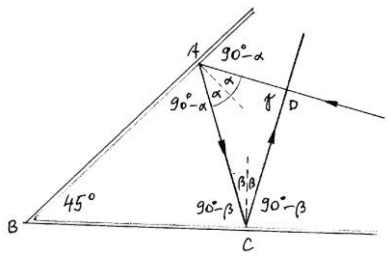
Ha az 1. tükörre $\alpha = 45^o$-os beesési szögben érkezik a fénynyaláb, akkor <u>önmagában verődik vissza</u>. Ugyanis ez a fénynyaláb a 2. tükörre a beesési merőleges mentén érkezik.



$\alpha = 45^o$

2) 2 + 2 pont

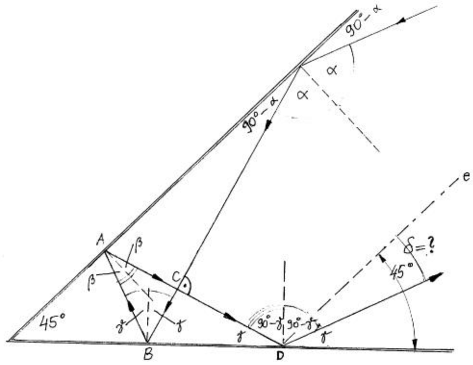
Ha az α beesési szög az 1. tükörnél 45^o-nál kisebb, akkor a 2. tükörről való visszaverődés után kilép a szögtükörből, és <u>merőleges lesz az 1. tükörre beeső fénynyalábra</u>.



$\alpha < 45^o$

3) 3 + 4 pont

Ha az α beesési szög az 1. tükörnél 45^o-nál nagyobb, akkor a 2. tükörről másodszor visszaverődő (a szögtükörből kilépő) fénynyaláb <u>párhuzamos az 1. tükörre beeső fénynyalábbal.</u>



$\alpha > 45^o$

b)

A 2. eset bizonyítása:

Állítás: az 1. tükörre érkező és a 2. tükröt elhagyó fénynyaláb egymással 90^o-os szöget zár be egymással.

Az ABC háromszög szögeinek összege 180^o. Azaz: $90^o - \alpha + 90^o - \beta + 45^o = 180^o$

Így $\alpha + \beta = 45^o$ 4 pont

Másrészt az ACD háromszög szögeinek összege is 180^o. Azaz: $2\cdot\alpha + 2\cdot\beta + \gamma = 180^o$

Így $\gamma = 180^o - 2\cdot(\alpha + \beta)$

Felhasználva, hogy $\alpha + \beta = 45^o$, $\gamma = 180^o - 2\cdot 45^o = 180^o - 90^o = 90^o$, azaz <u>a 45^o-os szögtükörbe belépő és az onnan kilépő fénynyaláb merőleges egymásra.</u>

c)

Ezt a tulajdonságot például a földmérők használhatják fel, amikor derékszögeket kell kijelölniük a terepen. 1 pont

A 3. eset bizonyítása:
Az ábrán látható, hogy az A és B pontoknál tulajdonképpen a 2. eset valósul meg, tehát a C pontnál egymást metsző fénysugarak merőlegesek egymásra.
Az ábrán β-val jelölt szögek $90^o - \alpha$ nagyságúak, mert merőleges szárú hegyesszögek. Tehát $\beta = 90^o - \alpha$
Az ABC háromszög szögeinek összegéből következik, hogy $\gamma = \alpha - 45^o$
Másrészt a CDB szög –merőleges szárú hegyesszögek miatt− szintén γ.
Most húzzunk a D pontból egy párhuzamos félegyenest az 1. tükröt jelképező vonallal! (Pontozott, szaggatott vonal.) **(5 pont)**
Ezért ez a félegyenes a 2. tükör vonalával 45^o-os szöget zár be. (Két 45^o-os, egyállású szögről van szó.)
Így $\delta = 45^o - \gamma$
γ értékét behelyettesítve: $\delta = 45^o - (\alpha - 45^o) = 90^o - \alpha$
Ez azt jelenti, hogy a 45^o-os szögtükör 1. tükrére ráeső, és a szögtükörből kilépő fénynyaláb egymással párhuzamos.

Összesen: 20 pont

Megjegyzések:

1)
A 2. eset teljes bizonyítása elvárható, mert ismert tény lehet, hogy egy ε nyílásszögű szögtükörre bocsátott fénynyaláb –ha kétszeres visszaverődés után− kilép a szögtükörből, akkor a belépő és kilépő fénynyaláb egymással bezárt szöge $180^o - 2\cdot\varepsilon$
$\varepsilon = 45^o$ esetében a merőlegesség nyilvánvaló.
(A 2011. évi *Nagy László fizikaverseny* 9. osztályos feladatlapjának 3. feladata hasonló volt a most kitűzötthez.)

2)
A 3. eset részletes geometriai bizonyítását ne várjuk el a versenyzőktől, mert túlságosan bonyolultnak tűnik!
Elégedjünk meg azzal, ha észreveszik, hogy
- egyrészt: az A és B pontoknál tulajdonképpen a 2. eset valósul meg
- másrészt „ösztönösen” arra hivatkoznak, hogy emiatt a párhuzamosságnak teljesülnie kell.

3)
Ha viszont a 3. eset komplett bizonyítása is szerepel valamilyen formában, kapjon érte 5 jutalompontot!