



A 2017/2018. tanévi  
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
döntő forduló

## FIZIKA I. KATEGÓRIA

### JAVÍTÁSI ÚTMUTATÓ

#### Folyadékok törésmutatójának és felületi feszültségének meghatározása

##### 1. Folyadék törésmutatójának mérése homorú gömbtükrrel

###### 1.a. Rendelkezésre álló eszközök és anyagok:

- 1 db. Homorú gömbtükör (a közepe jelölve)
- 1 db. Bunsen-állvány, szorítóval és szintező csavarokkal
- 1 db. Mérőszalag
- 1 db. „Tárgy” (befogórúd végén, plexi lapban két szeg)
- 1 db. Fecskendő ( $5 \text{ cm}^3$ -es, tű nélkül)
- 1 db. Szintező
- 2 db. üveglap
- Vizsgálandó folyadék

*A többi, asztalon található eszközt ne használja!*

**1.b. Bevezetés** A feladat megoldásához szükséges ismeretek a középiskolában tanultak. A felhasználandó összefüggések a „Négyjegyű függvénytáblázatok .....” Geometriai optika című fejezetében megtalálhatók, a kis nyílású gömbtükrökre és a vékony lencsék törvényeire vonatkozó részekben. Megjegyezzük, hogy a lencserendszerek fókusz távolságára közölt összefüggés tükröt tartalmazó rendszerre is vonatkozik.

###### 1.c. Elvégzendő feladatok:

- Mérje meg a tükör görbületi sugarát:  $R_0$  (Legalább 5 mérést végezzen.)

*Megjegyzések: Nem biztos, hogy az állvány rudazata tökéletesen egyenes és függőleges.*

(5 pont)

- A tükörbe a fecskendő segítségével a vizsgálandó folyadékból  $10 \text{ cm}^3$  felhasználásával alakítson ki egy lencsét. Az előzőekben alkalmazott eljáráshoz hasonlóan járjon el és határozza meg a tükörből és a folyadék-lencséből álló rendszer „gömbületi sugarát”:  $R^*$   
A lencserendszer vastagsága 5 mm, a görbületi sugarat a vastagság felétől mérje.)

(Most is legalább 5 mérést végezzen.)

(4 pont)

- Ismert összefüggésekből kiindulva, elméleti úton, levezetéssel igazolja, hogy a vizsgált folyadék törésmutatója:  $n = \frac{R_0}{R^*}$

(5 pont)

- Mérési eredményeit felhasználva adja meg a vizsgált folyadék törésmutatóját!

(1 pont)

**Összesen:**

**(15 pont)**

## 2. Oldat felületi feszültségének meghatározása, kontaktszög mérésével

### 2.a. A rendelkezésre álló eszközök és anyagok:

1 db USB digitális mikroszkóp, számítógéphez, monitorhoz csatlakoztatva (Vas alaplapra mágnessel rögzítve.)

1 db mintatartó asztal, teflon lemezzel

1 db fecskendő, tűvel

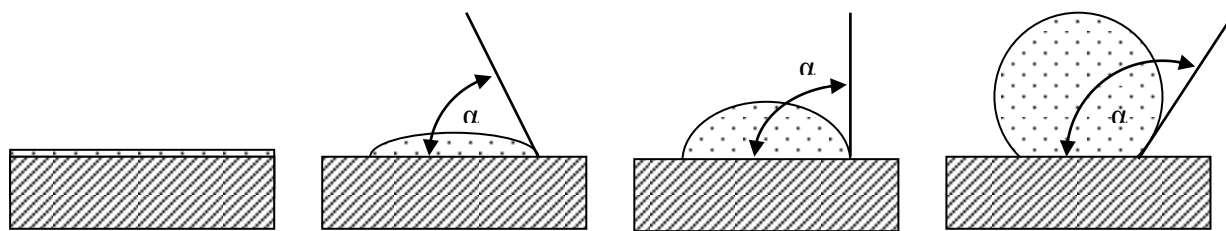
1 db mintatartó megadott koncentrációjú víz - alkohol oldatokkal

1 db vizsgálandó minta (Ismeretlen koncentrációjú víz - alkohol oldat)

1 db szögmérő

Törlő papír

**2.b. Bevezetés** Amikor szilárd felületre egy folyadékcseppet helyezünk, vagy szétterül a felületen, vagy különböző alakot vesz fel. Ha a folyadék szétterül a felületen, akkor jól nedvesíti azt. (A felület hidrofil.) Ellenkező esetben kevésbé nedvesít. Minél jobban megközelíti a csepp formája a gömb alakot, annál kevésbé nedvesíti a felületet. (A felület hidrofób.) A nedvesítés mértékének jellemzésére a kontaktszög (peremszög, érintkezési szög) szolgál: a csepp és a felület érintkezési vonalától a csepp felületéhez húzott érintő hajlásszöge. (1. ábra.)



1. ábra

A kontaktszög függ a felület anyagától és minőségétől, a csepp tulajdonságaitól (anyaga, felületi feszültsége, viszkozitása, mérete, stb.), a cseppet körülvevő közegtől, és a hőmérséklettől.

### 2.c. Elvégzendő feladatok:

- A mérési feladat megoldása során először kapcsolatot keresünk egy oldat koncentrációja és a kontaktszög nagysága között. Mérje meg különböző töménységű oldatokból létesített cseppek kontaktszögét teflon felületen!

Mérési eredményeit felhasználva rajzolja fel a koncentráció – kontaktszög függvényt!

*Megjegyzések:*

*A cseppek átmérője közel azonos nagyságú, ~ 3 mm legyen.*

*A teflon felületeket alkohollal letisztítottuk, ne szennyezze be ezeket!*

(12 pont)

Irodalmi adatokból ismert az oldat felületi feszültsége, mint a töménység függvénye. Ezt mutatja az alábbi táblázat. (Alkohol oldat desztillált vízben.)

| Oldat töménysége (Súly %)  |                   | 0     | 5     | 10    | 15    | 20    | 30    | 40    | 60    | 80    | 100   |
|----------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Felületi feszültség (mN/m) | 20 C <sup>0</sup> | 72.72 | 56.41 | 48.14 | 42.72 | 38.56 | 33.53 | 30.69 | 26.72 | 24.32 | 22.31 |
|                            | 25 C <sup>0</sup> | 72.01 | 55.73 | 47.53 | 42.08 | 37.97 | 32.98 | 30.16 | 26.23 | 23.82 | 21.82 |

- Mérési eredményei, és a fenti táblázat adatainak felhasználásával készítsen táblázatot, amelyben feltünteti az oldat töménységi értékeihez tartozó kontaktszögeket, (a szakirodalomban szokásosan) a kontaktszögek koszinuszát, valamint a felületi feszültség értékeit.

(6 pont)

- Az elkészített táblázatban lévő adatok felhasználásával rajzolja fel az oldat felületi feszültség - kontaktszög koszinusz függvényét! Az elkészített grafikon felhasználásával kontaktszög mérés segítségével felületi feszültséget mérhet.

(5 pont)

- Határozza meg egy ismeretlen koncentrációjú alkohol-víz oldat felületi feszültségét!

(2 pont)

**Összesen:**

**(25 pont)**

## A feladatok megoldása

### 1. Feladat megoldása

Ismeteres, hogy ha egy tárgyat a tükör geometriai középpontjába, (az optikai tengelyen, a tükörtől a fókusz távolság kétszeresére) helyezünk, akkor a tárgyról egyszeres nagyítású, fordított állású, valódi képet kapunk. A tárgyat az optikai tengelyen mozgatva ezt a helyzetet megkeresve, lemérhetjük a tükör görbületi sugarát ( $R_0$ ), ami ebben az esetben a tükröző felület és a tárgy közötti távolság, a tükör talppontja és a tárgy közötti távolság.

A tükör- folyadéklencse rendszer „görbületi sugarát” ( $R^*$ ) az előbbieket szerint lehet meghatározni. Itt a tárgy és a lencserendszer felezősíkja közötti távolságot kell figyelembe venni.  $R^* = R - \frac{d}{2}$ , ahol  $R$  a tárgy és a tükör talppontja közötti távolság,  $d$  a lencserendszer vastagsága. ( $d=5\text{ mm}$ )

Mérési eredmények:

| Megnevezés | Mérési eredmények |       |       |       |       | Átlag | Hiba % |
|------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $R_0$ (mm) | 37.10             | 37.00 | 37.00 | 37.20 | 37.20 | 37.10 | 0.27   |
| $R$ (mm)   | 27.50             | 27.40 | 27.60 | 27.40 | 27.65 | 27.51 | 0.51   |
| $R^*$ (mm) | 27.25             | 27.15 | 27.35 | 27.15 | 27.40 | 27.26 |        |
| n          | 1.361             | 1.363 | 1.353 | 1.370 | 1.358 | 1.361 | 0.66   |

A fény útja a folyadék alkotta lencsén halad át, a tükrön visszaverődik, majd ismét folyadék-lencsén keresztül vezet. Ha a rendszer eredő fókusz távolsága:  $f$ , a tükör fókusz távolsága:  $f_t$ , és a folyadék-lencse fókusz távolsága:  $f_f$ , akkor felírhatjuk, hogy:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_f} + \frac{1}{f_t} + \frac{1}{f_f} = \frac{2}{f_f} + \frac{1}{f_t} \quad (1)$$

A tükör fókusz távolsága a görbületi sugar fele:  $f_t = \frac{R_0}{2}$ .

A folyadék-lencse egy plánkonvex lencse, fókusz távolságára felírható, hogy:

$$\frac{1}{f_f} = (n-1) \left( \frac{1}{R_0} + \frac{1}{\infty} \right) = (n-1) \frac{1}{R_0} \quad (2)$$

Mivel a rendszer fókusz távolsága:  $f = \frac{R^*}{2}$ , (1) és (2) alkalmazásával felírható, hogy

$$\frac{2}{R^*} = (n-1) \left( \frac{2}{R_0} \right) + \frac{2}{R_0} = n \frac{2}{R_0} \quad (3)$$

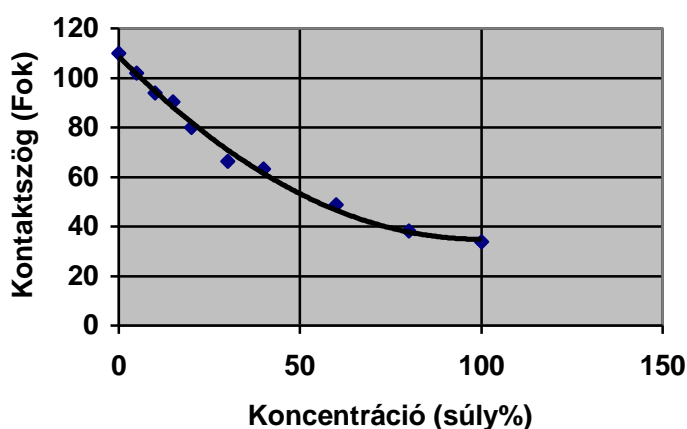
Innen: 
$$n = \frac{R_0}{R^*} \quad (4)$$

## 2. Feladat megoldása:

Mérési adatok:

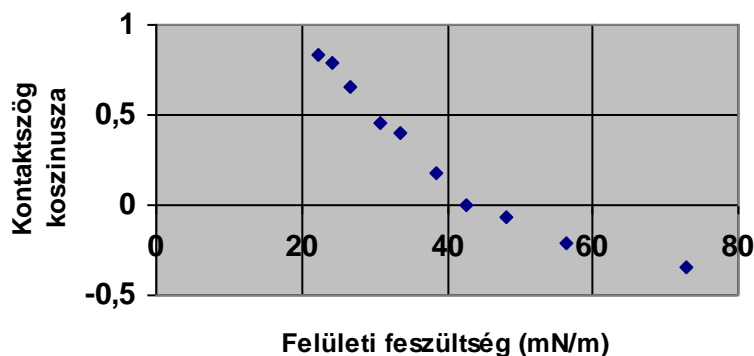
| Koncentráció<br>Súly % | Kontaktszög<br>(fok) |
|------------------------|----------------------|
| 0                      | 109.83               |
| 5                      | 101.90               |
| 10                     | 94.00                |
| 15                     | 90.40                |
| 20                     | 79.92                |
| 30                     | 66.43                |
| 40                     | 63.14                |
| 60                     | 48.86                |
| 80                     | 38.21                |
| 100                    | 33.92                |

Koncentráció - kontaktszög függvény



| Koncentráció<br>súly % | Felületi feszültség<br>mN/m | Kontaktszög ( $\alpha$ )<br>fok | $\cos \alpha$ |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------------|---------------|
| 0                      | 72.75                       | 109.83                          | - 0.3392      |
| 5                      | 56.41                       | 101.90                          | - 0.2062      |
| 10                     | 48.14                       | 94.00                           | - 0.0698      |
| 15                     | 42.72                       | 90.40                           | - 0.0007      |
| 20                     | 38.56                       | 79.92                           | 0.1750        |
| 30                     | 33.53                       | 66.43                           | 0.3999        |
| 40                     | 30.69                       | 63.14                           | 0.4518        |
| 60                     | 26.72                       | 48.86                           | 0.6579        |
| 80                     | 24.32                       | 38.21                           | 0.7857        |
| 100                    | 22.31                       | 33.92                           | 0.8298        |

Felületi feszültség - kontaktszög koszinusa függvény



Az ismeretlen koncentrációjú oldattal mért kontaktszög:

**72°**

kontaktszög koszinusa:

**0.3090**

A grafikonnól leolvasható felületi feszültség:

**~ 35.60 mN/m**