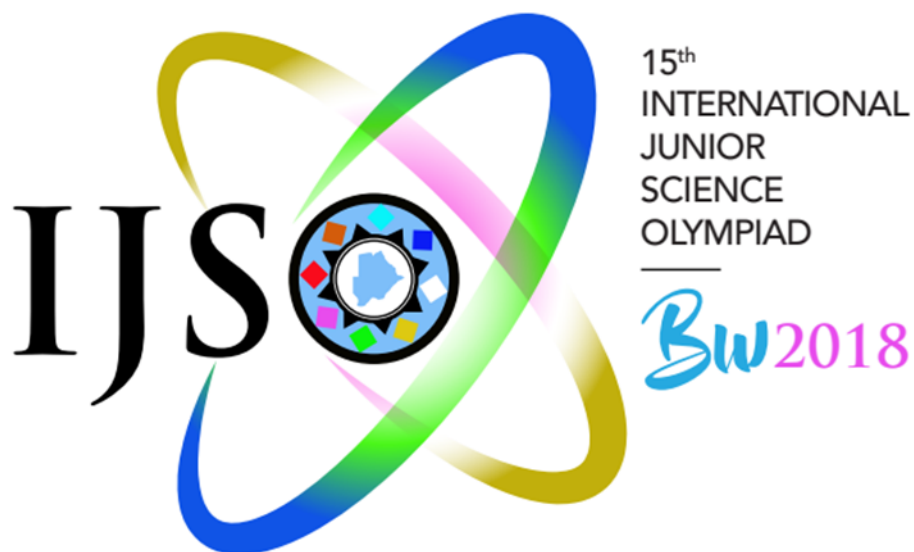


15<sup>TH</sup> INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD

IJSO-2018



**Felfedezés, innováció, környezet**

**Kísérleti forduló**

**– Feladatlap –**

2018. december 8.

**Ne fordíts, amíg a fűtyszót nem hallod!  
Egyébként megbüntetnek**

**1. 10 perced van elolvasni a “VIZSGASZABÁLYOK”, “VIZSGAUTASÍTÁS” és  
“CALCULATOR INSTRUCTIONS” az 1 - 3. oldalon.**

**2. Ne kezdj válaszolni a kérdésekre a “START” fűttyjel előtt! Különben  
megbüntetnek!**



### VIZSGASZABÁLYZAT

1. NEM vihetsz semmilyen személyes dolgot a verseny helyszínére, kivéve a vizespalackot, a gyógyszereidet és gyógyászati segédeszközeidet!
2. A számodra kijelölt helyen kell ülnöd!
3. Ellenőrizd a szervezők által biztosított eszközöket (toll, számológép, piszkozati papírok)!
4. NE kezdj el a kérdésekre válaszolni a “**START**” jel előtt!
5. A verseny ideje alatt NEM hagyhatod el a verseny helyszínét, kivéve vész esetén, ekkor a felügyelő/önkéntes/vizsgabiztos kikísér.
6. Ne zavarj a többi versenyzőt. Ha segítségre van szükséged, jelentkezz, és várd meg míg egy felügyelő odamegy hozzád!
7. CSAK a saját csapattársaidal beszélgethetsz, vagy nekik tehetsz fel kérdéseket a kísérletekkel kapcsolatban.  
A verseny végéig a kísérletekre kijelölt asztalnál kell maradnod, még akkor is, ha már végeztél, vagy nem szeretnéd folytatni a kísérleteket!
8. A verseny végén “**STOP**” jelet fogsz hallani. Ezt követően már NE írd semmit a válaszlapra! A kérdéssort, válaszlapot, és a kapott eszközöket (toll, számológép, piszkozat lapok) hagyd rendben az asztalodon! NE hagyd el a termet, mielőtt össze nem szedték az összes válaszlapot!



---

### **A KÍSÉRLETI FORDULÓ SZABÁLYAI**

1. A “Start” jelzés után 15 percek lesz elolvasni a kísérletek leírását. Ezalatt az idő alatt ne kezdjétek el a méréseket, és ne válaszoljatok a kérdésekre!
2. Az első 15 perc után egy újabb sípszó jelzi majd, hogy elkezdhetitek a méréseket, és a kérdések megválaszolását. Ettől a pillanattól kezdve három órátok lesz a feladatlap kitöltésére.
3. Csak a szervezők által adott tollat és ceruzát használjátok!
4. Összesen három mérési feladat van. Ellenőrizték, hogy a feladatlapok (19+1 oldal, 4-19-ik oldalig), és a válaszlapon (23 oldal a borítóval együtt) mindegyikét megkaptátok-e! Jelentkezzetek, ha bármi hiányzik!
5. Ellenőrizték, hogy a válaszlapon szerepel-e a nevetek, országotok és kódotok, és írjátok be ami hiányzik! A válaszlapon mindegyik oldalát írjátok alá! Ha egy oldal hiányzik, jelentkezzetek!
6. Figyelmesen olvassátok el a mérési eljárást és a kérdéseket, és írjátok a válaszaitokat a válaszlapon megfelelő helyére!
7. Ha a válaszlapon szerepel mértékegység, akkor a választ kötelező abban a mértékegységben megadni!
8. Ha van rá hely, mindig tüntessétek fel a számolás menetét is! Ha nem írjátok le, hogyan kaptátok az eredményt, a kérdésre nem jár pont.
9. Figyeljétek rá, hogy a végeredményt megfelelő értékes jegyre adjátok meg!
10. A mérések alatt **KÖTELEZŐ** a **laborköpeny** és a **védőszemüveg** használata!



## A SZÁMOLÓGÉP HASZNÁLATA

1. Bekapcsolás: Nyomd meg .
2. Kikapcsolás: Nyomd meg  .
3. Adatok törlése: Nyomd meg .
4. Összeadás, kivonás, szorzás és osztás

*Példa 1)*  $45 + \frac{285}{3}$

45  285  3  140.

*Példa 2)*  $\frac{18+6}{15-8}$

(  18  6   (  15  8   3.428571429

*Példa 3)*  $42 \times (-5) + 120$

42  5   120  -90.

42  (  - 5   120  -90.

## 5. Hatványozás

*Példa 1)*  $8.6^{-2}$

8.6  2   0.013520822

*Példa 2)*  $6.1 \times 10^{23}$

6.1  10  23   $6.1 \times 10^{23}$

6. Egy szám/művelet törléséhez mozgasd a kurzort a számhoz/művelethez, amit ki akarsz törölni, és nyomd meg a  gombot. Ha a kurzor a jobb szélén van a számnak/függvénynek, akkor a  gomb back space billentyűként fog működni.

**Ne lapozz a következő oldalra, mielőtt a  
"START" sipszó megszólal!  
Különben megbüntetnek!**



## **BEVEZETÉS**

Az utóbbi néhány évtizedben a Föld lakossága nagyon gyorsan nőtt. Az élelmezés fenntarthatósága érdekében folyamatosan nő a növényi alapú étrend jelentősége. Hogy még jobban kiaknázzák az ebben rejlő lehetőségeket, a modern élelmiszer-mérnökök a növényi termékek minden paraméterét igyekeznek fejleszteni, a tápértékükön túl is. A növényi olajok használhatóak emulgeálószerként vagy fenntarthatóbb energiaforrásként, míg a növényi színanyagok természetes ételszínezékként használhatóak, vagy akár különféle technológiák alapjaként, mint például a napelemek. Az organikus növényi savak pedig természetes tartósítószerként meghosszabbíthatják az ételek szavatossági idejét, vagy befolyásolhatják a szénhidrátok emésztését. Ezek a fejlesztések a fosszilis energiahordozóktól, és ritkaföldfémektől való függés enyhítését célozzák.

Ezek a kísérletek néhány növényi kivonat tulajdonságaiba engednek bepillantást.



## BIOLÓGIA LABORFELADAT

### Összpontszám [13,4 pont]

#### I. kísérlet: Növényi festékanyagok azonosítása vékonyréteg-kromatográfiával

Vékonyréteg-kromatográfia (VRK, thin-layer chromatography = TLC) alkalmas arra, hogy (pl. vízgőz-desztillációval kivont) biológiai kivonatokban azonosítsunk vegyületeket. Mint ahogy más kromatográfias módszerek, a VRK (TLC) is a keverékben lévő vegyületek szétválasztásán alapul. Viszont más kromatográfias módszerekkel szemben a VRK (TLC) egyszerű, viszonylag olcsó, nagyon érzékeny és rövid idő alatt elvégezhető.

A VRK (TLC) rendszer különböző összetevőkből áll, mint amilyen a VRK (TLC) lapok, kád és a mozgó fázis. A VRK (TLC) lapok általában készen állnak rendelkezésre és egy álló fázisként funkcionáló vékonyréteget tartalmaznak. A lemezen lévő álló fázis végig ugyanolyan vastagságú. A VRK (TLC) lemezek a VRK (TLC) futtató kádban vannak elhelyezve, amely a mozgó fázist (futtatószer) tartalmazza. A mozgó fázis egy oldószer (vagy oldószerkeverék), amely nem lép reakcióba a mintával és nagy tisztaságú anyag. Ez a futtatóelegy a VRK lapon előre haladva segít szétválasztani a vegyületeket. A függőleges szétválást követően a különböző vegyületek pontjait figyelhetjük meg, és mindegyiknek meghatározható a retenciós faktora ( $R_f$ ). Az  $R_f$  értéket az alábbi összefüggéssel kaphatjuk meg:

$$R_f = (\text{a vegyület által megtett út}) / (\text{a mozgó fázis által megtett út})$$

Mivel az  $R_f$  érték minden vegyületre más, így alkalmas az egyes vegyületek azonosítására. A növényi kivonatokban a VRK (TLC) segítségével a különböző vegyületek jelenlétét igazolhatjuk, és szétválaszthatjuk őket, például a növényi színanyagokat és másodlagos anyagcsere végtermékeket. Ezek a vegyületek a növényekben természetesen előfordulnak és gyakran a növényi kivonatban keverékként jelennek meg. Mindazonáltal mindegyiknek egyedülálló  $R_f$  értéke van, ami segít azonosítani őket a keverékben.

Az A–D oldatok (megkaptatók) különböző növényi kivonatokból készültek.

**VRK (TLC) segítségével, a lenti eljárást követve azonosítsátok az A–D oldatokban található vegyületeket!**



## **Eszközök**

1. Egy VRK lap
2. Ceruza
3. 10 µl kapilláris (négy darab, Petri csészében)
4. Négy oldat (A-D)
5. VRK kád fedővel (talán befőttes üveg), benne a futtatószer (ciklohexán : petroléter : etil-acetát : aceton : metanol 16:60:10:10:4 arányban)
6. Vonalzó
7. Gumikesztyű
8. Papírtörő

## **Eljárás**

### ***Megjegyzések:***

- ***Csapatonként csak egyetlen VRK lapot kaptok! Használjátok nagyon körültekintően, a lentebb leírt eljárást követve!***
- ***A kapillárison lévő fekete jel a 10 µl-t jelzi.***
- ***Csak ceruzával rajzoljatok és írjatok a VRK lapra!***
- ***Vegyetek kesztyűt, mikor a VRK lappal dolgoztok***
- ***Amikor kinyitjátok vagy becsukjátok a VRK kádat, ne lélegezzétek be a kádból származó gőzöket!***

1. Tegyétek a VRK lapot egy tiszta felületre (papírtörő). Húzzatok két egyenes vonalat a VRK lapra, egyet az alsó végétől 1,5 cm-re (alpvonal), egyet pedig a felső végétől 1 cm-re. Anélkül, hogy a VRK lapot beletennétek a kádba, ellenőrizzétek, hogy megfelelően beleillik-e!
2. Az alpvonalra rajzoljatok négy pöttyöt 1-1 cm-re egymástól úgy, hogy az első és utolsó pötty 0,75 cm-re legyen a lap szélétől. Jelöljétek A-tól D-ig az egyes pontokat.
3. A kapilláris segítségével vigyetek fel az A oldatból nagyjából 5 µl-t az A jelű pöttyre. A mintát csepről-csepre vigyétek fel! **Minden egyes cseppet hagyjatok megszáradni a következő felvitele előtt!** Vigyázzatok, hogy egy-egy folt átmérője ne legyen nagyobb, mint 0,75 cm. Ismételjétek az eljárást a B–D mintákkal. Az 1. ábrán láthattok egy VRK lapot. **Ha a kapilláris eltörne, azonnal kérjétek egy másikat!**



1. ábra: VRK lap mintapöttyökkel

4. Ha készen vagytok, óvatosan helyezétek a VRK lapot a futtatószeret tartalmazó kádba (a pöttyözött oldalával felfelé)
5. Zárjátok le **szorosan** az üveget, és figyeljétek, ahogy a futtatószer felfelé vándorol a VRK lapon!
6. Amikor a futtatószer eléri a felső vonalakat, vegyétek ki a VRK lapot, helyezétek egy papírtörlőre és hagyjátok megszáradni.
7. A VRK lapotok, és az 1. táblázat adatai segítségével válaszoljatok a következő kérdésekre!
8. Kérjétek meg egy felügyelőt, hogy fényképezze le az eredeti VRK lapotokat, és írja alá a válaszlapon (ezt a mérés során bármikor megtehetitek)!

1. táblázat: Növényi színanyagok és a fenti eljárással meghatározott  $R_f$  értékük.

Növényi színanyag	$R_f$ érték
i) Xantofill 2	0,15
ii) Xantofill 1	0,28
iii) Rutin	0,34
iv) Klorofill-b	0,42
v) Galluszsav	0,54
vi) Klorofill-a	0,59
vii) Feofitin	0,81
viii) Karotin	0,98





## Kérdések

### **NE IDE ÍRJÁTOK A VÁLASZAITOKAT, HANEM A VÁLASZLAPRA!**

I-1. [7,15 pont] Vázlatosan rajzoljátok le a VRK lap A–D sávjaiban megfigyelt pontjaitokat, és töltsétek ki a válaszlapon található táblázatot az  $R_f$  értékekkel és a hozzá tartozó színanyaggal (használjátok az 1. táblázat római számait, egy ponthoz egy szám tartozhat). Figyeljete rá, hogy nem minden mintákban szereplő színanyag található meg az 1. táblázatban!

Kérjete meg egy felügyelőt, hogy fényképezze le az eredeti VRK lapokat, és írja alá a válaszlapon!

I-2. [1,0 pont, 0,25 állításonként] A D sávbeli mintával kapcsolatos alábbi megfigyelésekről döntsétek el, hogy igazak vagy hamisak! Jelöljéte a választokat a válaszlapon!

Állítás	Igaz	Hamis
Olyan színanyagok váltak szét, amelyek nincsenek jelen a többi sávban		
Olyan színanyagok váltak szét, amelyek jelen vannak a többi sávban is		
Nem vándorolt a futtatószerrel		
Nem tartalmaz semmilyen színanyagot		

I-3. [1,0 pont, 0,25 állításonként] Jelöljéte meg a válaszlapon az alábbi állítások esetén, hogy igazak vagy hamisak!

A VRK kádat (üveget) azért kell bezárni, hogy...

Állítás	Igaz	Hamis
a futtatószer párolgását megakadályozzuk		
ne szívjuk be a futtatószer vegyületeinek szagát		
ne szennyezzük a környezetet		
csökkentsük a nyomást az üvegben		

I-4. [1,75 pont, 0,25 állításonként] Jelöljétek a válaszlapon, hogy az alábbi tényezők befolyásolják-e vagy sem az  $R_f$  értékét az adott vegyületnek!

	Hat az $R_f$ -re	Nem hat az $R_f$ -re
A vegyület polaritása		
Az oldószer (futtatószer) által megtett út		
A VRK lap mérete		
Az állófázis típusa		
A felvitt minta mennyisége		
A kád mérete		
A minta színe		

I-5. [0,25 pont] A válaszlapon található téglalapba írjátok be annak a színanyagnak a betűjelét, amelyik a leglassabban vándorol fel a VRK lapon!

- A. Klorofill-*a*
- B. Xantofill-1
- C. Feofitin
- D. Klorofill-*b*

I-6. [1,0 pont, 0,25 állításonként] Jelöljétek meg a válaszlapon az alábbi állítások esetén, hogy igazak vagy hamisak!

Egy vegyület lassabban vándorol a többinél a VRK lapon ebben a kísérleti elrendezésben, mivel...

Állítás	Igaz	Hamis
Kevésbé poláris, mint a többi vegyület		
Hidrofilabb a többi vegyületnél		
Nagyobb a molekulásúlya		
Nagyobb a koncentrációja, mint a többi vegyületnek		

I-7. [0,25 pont] Változik-e az  $R_f$  érték, ha a futtatószerben megváltozik a poláris és apoláris oldószerek aránya? A válaszotoknak megfelelő betűt írjátok a válaszlap megfelelő téglalapjába!

- A. Igen
- B. Nem



I-8. [1,0 pont, 0,25 állításonként] Jelöljétek a válaszlapon, hogy az alábbi tényezők közül melyek korlátozhatják az általatok használt kromatográfiai eljárás hatékonyságát!

Tényező	Korlátozza a hatékonyságot	Nem korlátozza a hatékonyságot
Nyitva hagyjuk a VRK kádat		
A futtatószer mennyisége a VRK kádban		
A kísérlet elvégzésének földrajzi helye		
Több lap vándoroltatása egyetlen VRK kádban		

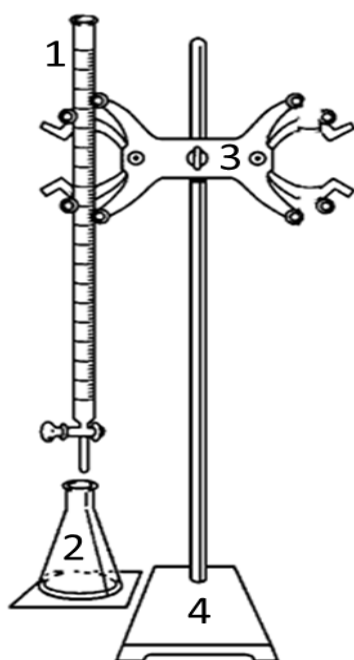
## KÉMIA LABORFELADAT

**Összpontszám [13,3 pont]**

### II. kísérlet: Egy gyümölcs sav tartalmának meghatározása [

#### Bevezetés

Ennek a kísérletnek az a célja, hogy megvizsgáljuk ennek a gyümölcs savnak a koncentrációját és tulajdonságait. A gyümölcsoldatban az aktív alkotórész egy gyenge sav, amely közömbösítési reakcióban megtitrálható egy bázissal. A gyümölcs savat ezen túl a HA képlet szimbolizálja. A nátrium-hidroxid-oldat közömbösíti az egyértékű HA savat. HA moláris tömege 60 g/mol. Mielőtt meghatározod a gyümölcs sav koncentrációját, standardizálnod kell a nátrium-hidroxid-oldatot, amelyet ismert ( $0,100 \text{ mol/dm}^3$ ) koncentrációjú oxálsavval végzel el. Az oxálsav kétértékű sav, amelyet  $\text{H}_2\text{X}$ -szel jelölünk.



**II-1 ábra:** A titrálás berendezése

Jelmagyarázat: **1.** buretta, **2.** Erlenmeyer-lombik, **3.** fogó **4.** állvány



**A kísérlethez szükséges felszerelés:**

- a. 10 ml-es osztott pipetta (2 db)
- b. üvegtölcsér
- c. pipettalabda
- d. 3 db főzőpohár
- e. fehér kerámialap
- f. 100 ml-es mérőhenger
- g. fenolftaleinoldat cseppentős üvegben
- h. törlopapír
- i. desztillált vizes üveg

**Kísérletleírás**

**A NaOH-oldat standardizálása**

- III-1. Egy 10 ml-es pipettával mérj 10,0 ml 0,100 mol/dm<sup>3</sup>-es oxálsavoldatot a 250 ml-es Erlenmeyer-lombikba.
- III-2. Adj hozzá 2–3 csepp fenolftaleint.
- III-3. Titráld a NaOH-oldattal a végpontig.
- III-4. Ismételd meg a titrálást (1-3. lépést), amíg szükséges.

**A gyümölcssavoldat titrálása**

- III-5. Az osztott pipetta segítségével mérj 4,0 ml gyümölcssavoldatot a 250 ml-es Erlenmeyer-lombikba.
- III-6. Adj kb. 50 ml desztillált vizet ugyanabba a 250 ml-es lombikba.
- III-7. Adj hozzá 2–3 csepp fenolftaleint.
- III-8. Titráld a standardizált NaOH-oldattal a végpontig.
- III-9. Ismételd meg a titrálást (5-8. lépést), amíg szükséges.



## Kérdések

**A VÁLASZAITAT NE IDE ÍRD! HASZNÁLD A KAPOTT VÁLASZLAPOT ERRE!**

### A NaOH-oldat standardizálása

**II-1a. [3,5 pont]** A válaszlapon jegyezd fel a standardizálás során kapott NaOH-oldat térfogatokat ml-ben!

A fogyott NaOH-oldat (ml) standardizáláskor				
	Titrlás #1	Titrlás #2	Titrlás ....	Titrlás .....
Kezdeti tf.	.....	.....	.....	.....
Végtérfogat	.....	.....	.....	.....
Fogyás	.....	.....	.....	.....
Átlagos NaOH-oldat fogyás:.....ml				

**II-1b. [0,25 pont]** Írd fel az oxálsav ( $H_2X$ ) és NaOH közötti titrlási reakció rendezett egyenletét!

**II-1c. [0,5 pont]** Számítsd ki a NaOH-oldat koncentrációját!



### A gyümölcs savoldat titrálása

**II-2. [3,5 pont]** A válaszlapon jegyezd fel a mérés során kapott NaOH-oldat térfogatokat ml-ben!

A fogyott NaOH-oldat (ml)				
	Titrlás #1	Titrlás #2	Titrlás .....	Titrlás .....
Kezdeti tf.	.....	.....	.....	.....
Végtérfogat	.....	.....	.....	.....
Fogyás	.....	.....	.....	.....
Átlagos NaOH-oldat fogyasztás: .....ml				

**II-3 [0,25 pont]** Írd fel a gyümölcs sav (HA) és a NaOH-oldat titrlási reakciójának rendezett egyenletét!

**II-4 [0,5 pont]** Határozd meg a fogyott NaOH anyagmennyiségét!

**II-5 [1,0 pont]** Határozd meg a gyümölcs sav tömegét (g-ban) a NaOH-oldattal titrlált gyümölcs sav-oldatban!

**II-6 [0,5 pont]** Feltételezve, hogy a gyümölcs savoldat sűrűsége  $1,005 \text{ g/cm}^3$ , határozd meg a 4 ml oldat tömegét (g-ban)!

**II-7 [0,5 pont]** Határozd meg az oldat tömegszázalékos savtartalmát!

**II-8 [1,0 pont]** Egy diák egy másik NaOH-oldatot használt és ahhoz  $25 \text{ ml } 0,54 \text{ mol/dm}^3$ -es NaOH-oldat kellett ugyanannak a gyümölcs savoldatnak a közömbösítéséhez. Számítsd ki, mekkora térfogatú gyümölcs savoldatot használt ez a diák a méréshez!

**II-9 [0,5 pont]** Egy másik diák megmérte a gyümölcs savoldat pH-ját, ami 2,75-nek adódott. Ezzel az értékkel és a te mérési adataiddal számítsd ki a gyümölcs sav  $pK_s$  értékét!



**II-10a [0,5 pont]** Számítsd ki a gyümölcssav konjugált bázis párjának  $K_b$  értékét!

**II-10b [0,5 pont]** Számítsd ki a pH-t a titrálás végpontján, feltételezve, hogy az oldat végtérfogata 100 ml! Használd az előző kérdésben kiszámított  $K_b$ -t !

**II-11. [0,3 pont]** Ha nem lenne fenolftaleined, az alábbiak közül melyik indikátor lenne a legalkalmasabb ehhez a titráláshoz?

Ikszeld a megfelelő téglalapban a válaszlapon!

<i>Indikátor</i>	$pK_s$	
Metilibolya	0,8	
Timolkék	1,6	
Metilsárga	3,3	
Brómkrezolzöld	4,7	
Timolkék	8,9	





---

## FIZIKA LABORFELADAT

**Összpontszám [13,3 pont]**

### **III. kísérlet: Olaj viszkozitásának meghatározása**

Míg a vizet könnyedén átönthetjük egy tartályból egy másikba, a méz esetén igen sok időbe telik, mire kifolyik a tartályából. Ennek a különbségnek az az oka, hogy a méz viszkózusabb, mint a víz, és így jóval nehezebben folyik. A viszkozitás a belső súrlódás, vagyis az áramlással és nyíróerőkkel szembeni ellenállás mértéke. A viszkozitási együttható az élelmiszeripar számára egy fontos paraméter. Egy automata keverőgép esetén az egyes kiindulási anyagok beöntését ennek megfelelően állítják be.

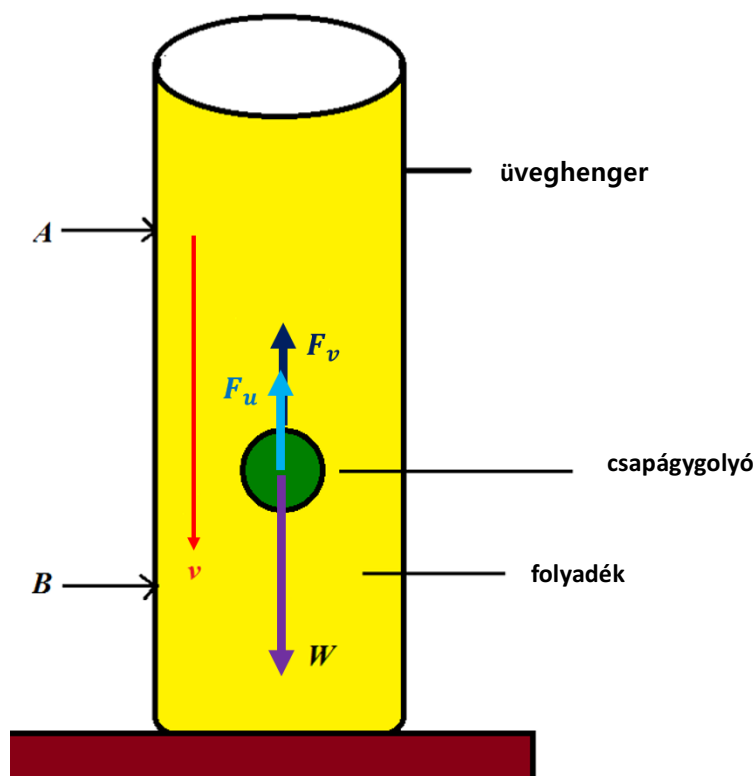
A viszkozitás meghatározható egy ismeretlen viszkozitású folyadékoszlopban süllyedő gömb sebességéből. Ehhez egy mért távolságon keresztül süllyedő gömb esetén a süllyedés időtartamát kell megmérni

#### **Eszközök**

- Hőmérő
- Olajjal töltött üveghenger
- Csapágygolyók 4 különböző átmérővel
- Stopper
- 1 m hosszú vonalzó
- Ragasztócsík a jelöléshez
- Papírtörlő
- Mágnes

### Elméleti háttér

Tekintsünk egy  $r$  sugarú és  $\rho_s$  sűrűségű csapágygolyót, amely egy  $\eta$  viszkozitású és  $\rho_f$  sűrűségű folyadékoszlopban süllyed, ahogyan az 1. ábrán is látható.



1. ábra: Egy  $r$  sugarú gömb süllyed egy  $\rho_f$  sűrűségű folyadékoszlopban.  $A$  és  $B$  jelölik a távolságot, amelyet a golyó a maximális sebességével ( $v_t$ ) tesz meg.

Kezdetben a golyónak lefelé mutató gyorsulása van ( $a$ ) amíg el nem éri az állandó sebességét, amely egyben a maximális sebessége is ( $v_t$ ). Newton második törvényének megfelelően:

$$\text{Eredő erő} = ma$$

$$ma = W - (F_u + F_v) \quad (1)$$

Ahol:

$m$  a golyó tömege.

$W = mg$  a golyó súlya.

$F_u = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_f g$  a felhajtóerő = a kiszorított víz súlya (Arkhimédész-törvény)

$F_v = 6\pi \eta r v$  a közegellenállási erő ( $r$  sugarú gömbre), arányos a  $v$  sebességgel (Stokes törvény)



Ezután, mivel a golyó az A pont előtt eléri maximális sebességét, nincs már gyorsulása, vagyis az eredő erő nulla. Legyen  $l$  az A és B pontok távolsága, és  $t$  az idő, amely alatt a golyó eljut A-tól B-ig.

**Mérési eljárás**

**[1.3 points]**

1. Mérjétek meg az olaj hőmérsékletét ( $T_b$ ), mielőtt elkezdték a mérést, és írjátok fel a kapott értéket a válaszlapra!
2. A ragasztócsík segítségével jelöljétek ki két vízszintes vonalat (A és B) az üveghengeren úgy, hogy A 70 cm-re legyen a víz felszínétől. A B vonalnak nagyjából 50 cm-re A alatt kell elhelyezkednie.
3. Mérjétek meg a függőleges távolságot ( $l$ ) A és B között, és írjátok fel a válaszlapra az eredményt!
4. Találjatok ki egy módszert arra, hogy a golyók átlagos átmérőjét a lehető legpontosabban meg tudjátok mérni a vonalzó segítségével! A válaszlapon csak egy rajz segítségével illusztráljátok a kitalált módszert!
5. A kitalált módszerrel mérjétek meg a négy különböző átmérőjű golyó átmérőjét, és jegyezzétek fel az adatokat a válaszlapon a III-1. táblázatba!
6. Engedjétek óvatosan az egyik golyót a folyadékba, a felszín közepén (biztosítva ezzel, hogy a golyó nem kerül túl közel a falhoz miközben A és B között halad)
7. Mérjétek meg az időt ( $t$ ), amely alatt a golyó megteszi az A és B közötti  $l$  utat, és jegyezzétek fel a megfelelő táblázatba!
8. Ismételjétek meg a 6-os és 7-es lépéseket másik, ugyanekkora átmérőjű golyókkal is, hogy három mérés legyen az időre! (A mágnes segítségével ki tudjátok szedni a golyót a hengerből, ha szükséges ehhez kérjétek segítséget)
9. Ismételjétek meg a 6-8 lépéseket a másik három méretű golyó esetén is!
10. Mérjétek meg az olaj hőmérsékletét közvetlenül a mérés befejezése után ( $T_a$ ), és írjátok fel a mért értéket a válaszlapra.

Az alábbi állandókat használjátok:

A folyadék sűrűsége:  $\rho_f = 871,4 \text{ kg/m}^3$

A golyó sűrűsége:  $\rho_s = 7717 \text{ kg/m}^3$

A nehézségi gyorsulás:  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

**Kérdések (eredmények és kiértékelés)**

**A VÉGSŐ VÁLASZAITOKAT NE IDE ÍRJÁTOK, HANEM A KIADOTT VÁLASZLAPOKRA!**

**III-1 [5,0 pont]** Határozzátok meg az átlagos időtartamot,  $d^2$ -et és  $v_t$ -t minden egyes méretű csapágygolyó szett esetén, és töltsétek ki a III-1. táblázatot a válaszlapon!

**1. táblázat: Mérési eredmények**

Golyó átmérője			Átmérő négyzete	Az $l$ hosszú úthoz szükséges idő				Maximális sebesség
#	$d$ (mm)	$d$ (m)	$d^2$ (m <sup>2</sup> )	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$t_3$ (s)	Átlagos idő (s)	$v_t$ (m/s)
1								
2								
3								
4								

**III-2 [3,0 pont]** Ábrázoljátok grafikonon  $v_t$ -t (y-tengely) a  $d^2$  (x-tengely) függvényében a válaszlapon található milliméterpapíron, és illesszettek egyenest a kapott pontokra!

**III-3 [1,5 pont]** Határozzátok meg az egyenes meredekségét. A grafikonon jelöljétek meg a pontokat, amiket a meredekség kiszámításához használtatok! Írjátok fel a választokat a megfelelő mértékegységgel!

**III-4 [1,0 pont]** Az alábbi összefüggést  $v_t$ -re az (1) egyenletből lehet levezetni:

$$v_t = C \cdot \frac{d^2}{\eta} \quad (2)$$

Ahol  $C = 3731 \text{ kg m}^{-2}\text{s}^{-2}$ . A válaszlapra írjátok fel C-t kifejezve a következő paraméterekkel:  $g$ ,  $\rho_s$  és  $\rho_f$ .

**III-5 [1,5 pont]** A meredekség értékéből határozzátok meg az olaj  $\eta$  viszkozitását a megfelelő mértékegységgel együtt.