

# **Környezetfizikai mérések**

**Elektronikus tananyag**

**Dr. Sós Katalin**

főiskolai docens

SZTE JGYPK Általános és Környezetfizikai Tanszék

*A jegyzet a Szegedi Tudományegyetem Juhász Gyula Pedagógusképző Kar  
Általános és Környezetfizikai Tanszéken oktatott Környezetfizikai mérések  
kurzus mérési gyakorlatait és feladatait tartalmazza.*

*A tananyag a Kar Tudományos Pályázatának támogatásával készült.*

**Szeged, 2018.**

# Tartalom

1. Páratartalom mérése
2. Oldatok viszkozitásának vizsgálata Ostwald-féle viszkoziméterrel
3. Szcintillációs detektor hatásfokának mérése
4. Oldatok vezetőképességének mérése
5. Mérés fluxusmérővel
6. Zajsztint mérése
7. Gammasugárzás abszorpciójának mérése
8. Monitorok mágneses terének mérése
9. Diffúzióállandó mérése
10. Egyenértékű A-intenzitásztint terepi mérése
11. Oldatok és talajok pH-mérése
12. Terepi mérések táblázata

# **1. A levegő relatív páratartalmának meghatározása Assmann-féle szellőző pszichrométerrel**

## **Irodalom:**

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. tankönyvkiadó, Budapest, 1997.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

## **Elméleti összefoglaló:**

A levegő relatív páratartalmán ( $n$ ) a levegő pillanatnyi gőzsűrűségének ( $\rho$ ) és az aktuális hőmérsékletéhez tartozó telített vízgőz sűrűségének ( $\rho_{tel}$ ) a hányadosát értjük:

$$n = \frac{\rho}{\rho_{tel}}$$

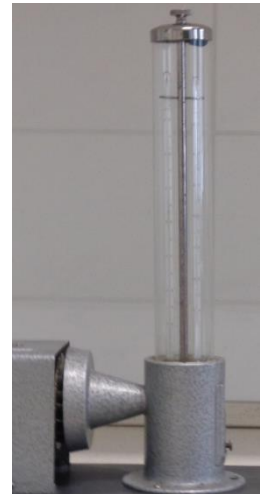
Vízgőzzel telített térrészben a víz párolgási sebessége kisebb, mint telítetlen gőztérben. A párolgás sebessége – és így a párolgás okozta lehűlés – annál nagyobb, minél kevésbé telített az adott hőmérsékleten a légtér. Ezt a ténytet használja fel a páratartalom meghatározására az Assmann-féle szellőző pszichrométer.

## **Eszközleírás:**

Az eszköz a levegőben elhelyezett „nedves” és „száraz” hőmérő hőmérsékletének el térése alapján határozza meg a páratartalmat. Két hőmérőt tartalmaz, melyek közül az egyik nedves szövetdarabbal vehető körül. A nedves-hőmérséklet csak akkor jól meghatározott érték (még állandó paraméterek esetén is), ha a párolgó felszín fölül állandóan eltávolítjuk a nagyobb gőzkoncentrációjú levegőt. Erre szolgál a villanymotorral meghajtott ventilátor. A zavaró léghatásoktól üvegeköpeny védi a rendszert.

Méréskor emeljük le a fedőburát és a hozzá csatlakozó tartórudat!

Vizezzük be a szövetet, tekerjük rá az egyik hőmérőre, és helyezzük vissza a burát és a karokat! Kapcsoljuk be a ventilátort! 30 perces áramoltatás után olvassuk le a hőmérsékleteket!



## **A mérés menete:**

Az üzembe helyezett pszichrométréről olvassuk le a száraz és a nedves hőmérő hőmérsékletét: ( $T_{sz}$ ) és ( $T_{nedv}$ )! Keressük ki a  $T_{sz}$  hőmérséklethez tartozó telített vízgőz sűrűségét, valamint a  $T_{nedv}$  hőmérséklethez tartozó telített vízgőz sűrűségét ( $\rho_{tel,nedv}$ )!

Az aktuális vízgőzsűrűség ( $\rho$ ) a következő tapasztalati képlettel adható meg:

$$\rho = \rho_{tel, nedv} - p_0 A (T_{sz} - T_{nedv}),$$

ahol  $A = 0,0008 \frac{g}{m^3 \cdot torr \cdot ^\circ C}$ ,  $p_0$  a külső légnyomás torr egységben megadva.

A relatív páratartalomhoz szükség van az aktuális hőmérséklethez tartozó telített gőzsűrűségre. Ehhez mérjük meg a terem hőmérsékletét ( $T$ ), és keressük ki a hozzá tartozó telített gőzsűrűségget ( $\rho_{tel}$ )!

**Mérési eredmények:**

$T_{sz}$ .....

$T_{nedv}$  = .....

$\rho_{tel, nedv}$  = .....

$p_0$  = .....

$\rho$  = .....

$\rho_{tel}$ .....

$$n = \frac{\rho}{\rho_{tel}} = \dots\dots\dots$$

**Megjegyzés:**

A sűrűség táblázat csak az egész  $^\circ C$  hőmérsékletekre vonatkozó sűrűség adatokat mutatja, a köztes értékeket extrapolációval lehet megadni.

Pl. a  $t=11,6^\circ C$  tartozó sűrűség  $\rho_t = \rho_{11^\circ C} + 6 \frac{\rho_{12^\circ C} - \rho_{11^\circ C}}{10}$

**Következtetések:**.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## 2. Oldatok viszkozitásának vizsgálata Ostwald-féle viszkoziméterrel

### Irodalom:

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. tankönyvkiadó, Budapest, 1997.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

### Elméleti összefoglaló:

Ha folyadék áramlik keresztül egy keskeny csövön, az átáramlás ideje ( $t$ ) függ a cső sugarától ( $r$ ), a folyadék térfogatától ( $V$ ), a cső hosszától ( $l$ ), az áramlást biztosító nyomástól ( $p$ ), valamint a folyadék viszkozitásától ( $\eta$ ). Ha az áramlás lamináris, a Hagen-Poiseuille törvény alapján a következő összefüggés írható fel az áramlási időre:

$$t = \frac{8\eta l V}{\pi p r^4}$$

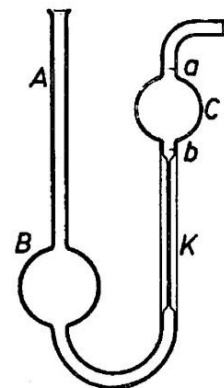
Vagyis az átáramlás ideje egyenesen arányos a viszkozitással. Mivel  $p$  hidrosztatikai nyomást jelent, így értéke függ a folyadék sűrűségétől ( $\rho$ ). A képlet alapján az összes szükséges adat ismeretében és az idő mérésével a viszkozitás megadható egy adott folyadék esetében, ezt nevezük abszolút mérésnek. Egyszerűbb azonban a mérés, ha az eszköz állandóit, ill. a külső tényezőket nem adjuk meg, hanem ún. összehasonlító mérést végzünk. Ennek lényege, hogy veszünk egy ismert (pl. a víz) és egy ismeretlen viszkozitású folyadékot, és teljesen azonos feltételek mellett megmérjük az áramlási időket. Az idők, a sűrűségek, valamint az ismert viszkozitás segítségével megadható a keresett viszkozitás:

$$\eta_i = \frac{\rho_i t_i}{\rho_v t_v} \eta_v$$

ahol a  $v$  index a desztillált vízre, az  $i$  index az adott oldatra vonatkozik.

### Eszközleírás:

Az Ostwald-féle viszkoziméter lényegében egy közlekedőedény, amelynek egyik ágában a **K** kapilláris helyezkedik el. A kapilláris feletti **C** gömb alakú tartályba jutott folyadék lefolyási idejét kell mérni, ez alapján számolható a viszkozitás.



### A mérés menete:

A viszkoziméter **B** tartályába öntsünk az **A** száron keresztül desztillált vizet! Ezután szívjuk fel a folyadékot a kiadott labda segítségével a kapilláris feletti **C** gömbbe úgy, hogy a

meniszkusz a gömb felső **a** vége felett legyen! Engedjük visszafolyni a vizet és mérjük azt az időt, míg a meniszkusz a gömb felső **a** végétől a gömb alsó **b** végéig eljut! Ennyi idő alatt áramlik át a gömbben lévő folyadék a kapillárison.

A desztillált víz után a kiadott oldatokkal is végezzük el az időmérést, a hígabb oldatoktól kiindulva! Ügyeljünk arra, hogy minden folyadékból azonos mennyiséget töltsünk a viszkoziméterbe, hiszen így tudunk azonos hidrosztatikai nyomást biztosítani. (A már lemért folyadékból ne maradjon a viszkoziméterben! Ha szükséges, a szívólabda segítségével ürítsük ki teljesen az eszközt!) Számoljuk ki az oldatok viszkozitását a desztillált víz viszkozitásának ismeretében! A szükséges sűrűségadatokat táblázat tartalmazza. Ábrázoljuk a koncentrációt a viszkozitás függvényében, majd a kapott függvény segítségével adjuk meg az ismeretlen koncentrációt!

**Mérési eredmények:**

	Deszt. víz	$C_1=$	$C_2=$	$C_3=$	$C_4=$	$C_5=?$
$t_1$ (s)						
$t_2$ (s)						
$t_3$ (s)						
$t_{\text{átlag}}$ (s)						
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )						
$\eta$ (mPas)	1					

$C_5=.....\%$

**Következtetések:**.....  
 .....  
 .....  
 .....

### 3. Szcintillációs detektor hatásfokának megadása

#### Irodalom:

Dr. Budó Á., Dr. Mátrai T.: Kísérleti fizika III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985

Légrádi I.: Magfizikai kísérletek GM-csővel. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

#### Elméleti összefoglaló:

Egy detektor hatásfoka ( $\eta$ ) megadja, hogy egységnyi aktivitású minta esetén mekkora az időegységre jutó beütésszám. Mivel az aktivitás az 1 másodpercre jutó bomlások számát adja meg (Bq), célszerű a beütésszámot is 1 másodpercre vonatkoztatni (cps) (A szakirodalmak nem rendelnek mértékegységet a hatásfokhoz.)

$$\eta = \frac{\text{beütésszám}}{\text{aktivitás}}$$

A hatásfok megadásához ismert aktivitású minta (etalon) beütésszámát kell megadni. Az etalon és a vizsgálandó anyag radioaktív sugárzásának természetesen azonosnak kell lennie, mind sugárzás típusát, mind jellegzetes energiáját tekintve. Mivel a természetes radioaktivitás legnagyobb mértékben a  $^{40}\text{K}$  izotóptól származik, célszerű  $^{40}\text{K}$ -ot tartalmazó etalont alkalmazni. A K elem  $1,18 \cdot 10^{-4}$  arányban tartalmaz 40-es izotópot, ezért legegyszerűbb pl. KCl sót használni etalonként.

A KCl aktivitásának ( $a$ ) megadása a felezési idő ( $T$ ) és a bomlani tudó magok száma ( $N$ ) alapján:

$$a = \frac{\ln 2}{T} N$$

A felezési időt másodpercben kell megadni! A  $^{40}\text{K}$  béta-bomlásának felezési ideje  $1,26 \cdot 10^9$  év.

A magok számához ismerni kell a minta tömegét ( $m$ ), a vegyület moláris tömegét ( $M$ ), az Avogadro-számot ( $N_A$ ), a vegyület összegképletét, és azt, hogy a radioaktivitást okozó elem milyen arányban tartalmazza a radioaktív izotópot ( $x$ ). Ez alapján:

$$N = \frac{m}{M} N_A x$$

A mérésnél figyelembe kell venni, hogy a mintában önabszorpció is lejátszódik. Az önabszorpció-mentes, korrigált beütésszámot ( $B_{kor}$ ) a kapott beütésszám ( $B$ ) és az önabszorpció összefüggés felhasználásával lehet megadni:

$$B = \frac{B_{kor}}{\mu j} (1 - e^{-\mu j})$$

ahol  $\mu$  a tömegabszorpció együttható (KCl esetén  $\mu=8,88 \text{ cm}^2/\text{g}$ ),  $j$  a felületi sűrűség, ami a tömeg ( $m$ ) és rétegfelület ( $A$ ) hányadosa  $j = \frac{m}{A}$

### **A mérés menete:**

Ellenőrizzük bekapcsolás előtt a sugármérőt, majd végezzük el a következő beállításokat!

1. A mérési időtartam 2 perc legyen (TIME BASE: min)
2. A mérést először integrális üzemmódban végezzük (INT állás), a BASELINE potenciométerrel állítsuk be a mérni kívánt minimális fotonenergiát, ami 50 keV!
3. Állítsuk be a hitelesítési fotoelektron-sokszorozó feszültséget (H.V. FINE), ami 950 V!



Ezt követően indulhat a konkrét mérés.

1. Helyezzük be az ólomtoronyba az alumínium tálkát, amire majd az etalon kerül! Mérjük meg ötször a 2 perces beütésszámokat! Az öt mérés átlaga a háttérbeütésszám ( $B_h$ )
2. Mérjük meg a tálka belső átmérőjét, adjuk meg a felületet! Helyezzünk a tálkába kb. 8 g KCl-ot! A pontos tömeggel számoljuk ki a rétegfelületet!
3. Mérjük meg a só és a tálka összes beütésszámát ( $B_\delta$ )! Ötször végezzünk 2 perces méréseket!
4. Számoljuk ki az etalon beütésszámát ( $B = B_\delta - B_h$ ), és az önabszorpcióval korrigált beütésszámot ( $B_{kor}$ )! A korrigált beütésszámot számoljuk át cps egységbe!
5. Számoljuk ki a bemért tömegű só aktivitását!
6. Számítsuk ki a detektor hatásfokát a cps egységben megadott korrigált beütésszám és az aktivitás alapján!

### **Mérési eredmények:**



Háttérsugárzás mérése

1	2	3	4	5	Átlag	Maximális hiba

Háttérsugárzás beütésszámának átlaga ( $B_h$ )=.....±.....

Háttérsugárzás és etalon együttes mérése

1	2	3	4	5	Átlag	Maximális hiba

Háttér és etalon összes beütésszámának átlaga ( $B_0$ )=.....±.....

**Etalon beütésszáma:**  $B$ =.....±.....

**Etalon tömege:**  $m$ =.....g ± .....

**Rétegfelszín nagysága:**  $A$ =.....cm<sup>2</sup> ± .....

**Felületi sűrűség:**  $j$ =.....g/cm<sup>2</sup> ± .....

**A korrigált beütésszám:**

$B_{kor}$ =.....±..... →  $B_{kor}$ =.....cps±.....

**Etalon aktivitása:**  $a$ =.....Bq ±.....

**Detektor hatásfoka:**  $\eta = \frac{B_{kor}}{a}$  .....cps/Bq ±.....

**Következtetések:**.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## **4. Oldatok vezetőképességének mérése**

### **Irodalom:**

Budó Ágoston: Kísérleti fizika II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.

Litz József.: Elektromosság és mágnesség, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

### **Elméleti összefoglaló:**

A *konduktometriás módszerrel* elektrolitoldatok elektromos *vezetőképességét* mérjük. Az anyagok vezetőképességén ( $G$ ) az elektromos ellenállásuk ( $R$ ) reciprokát értjük. A tiszta víz, mivel benne töltéshordozók csak igen kis,  $[H^+] = [OH^-] \approx 10^{-7}$  mol/l koncentrációban vannak jelen, csak nagyon kis mértékben vezeti az elektromos áramot. Elektrolitok vizes oldataiban azonban az ionok koncentrációja jelentős lehet, emiatt azok többnyire vezetők.

Ha egy elektrolit oldatba két azonos méretű, síkfelületű, párhuzamos elektródlap merül, (felületük nagysága  $A$ , a köztük levő távolság  $l$ ), akkor az így kapott *vezetőképességi cella* vezetőképessége egyenesen arányos  $A$ -val és fordítottan arányos  $l$ -lel. Az  $l/A$  hányadost cellaállandónak ( $K$ ) nevezzük. Egy elektrolitoldat vezetőképessége függ a cellaállandótól, valamint az oldat anyagi minőségétől:

$$G = \sigma \frac{A}{l} = \frac{\sigma}{K}$$

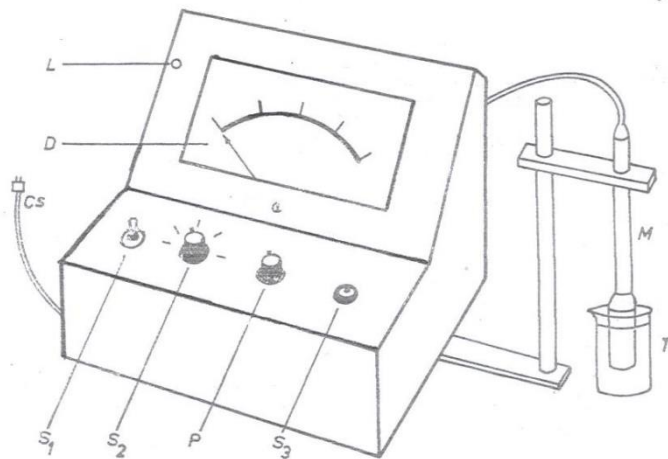
ahol  $\sigma$  ún. *fajlagos vezetőképesség*, ami két, egységnyi felületű, egymástól egységnyi távolságra levő elektród között levő elektrolit vezetőképességét adja meg.

Az oldatok vezetőképessége *additív tulajdonság* (az alkotó ionok vezetőképessége összeadódik). A vezetőképesség nyilvánvalóan függ az oldat térfogategységében levő ionok számától (tehát a koncentrációtól), valamint az ionok *mozgékonyágától*. A koncentráció hatásának figyelembevételére vezették be az *ekvivalens vezetőképesség* ( $\Lambda$ ) fogalmát:

$$\Lambda = \frac{\sigma}{c}$$

ahol  $c$  az oldat normalitása. (az 1000 ml oldatban lévő oldott anyag grammegyenértéke. A grammegyenértéket a mólszám és a hatásos gyök vegyértékének hányadosa adja meg).

### **Eszközleírás:**



**D:** forgótekerceses alaplámpa, **L:** hálózati jelzőlámpa, **S<sub>1</sub>:** hálózati kapcsoló, **S<sub>2</sub>:** méréshatár kapcsoló, **P:** hitelesítő potenciométer, **S<sub>3</sub>:** hitelesítő nyomógomb, **M:** hengeres mérő elektróda, **T:** elektrolit tartóedény, **Cs:** hálózati csatlakozó.

A készülék bekapcsolás után kb. 5 percet várjunk, amíg a készülék bemelegszik. Használat előtt hitelesíteni kell. Ehhez az **S<sub>2</sub>** méréshatár kapcsolót 50  $\mu\text{S}$  állásba kapcsoljuk, majd az **S<sub>3</sub>** hitelesítő gombot lenyomjuk, és a **P** hitelesítő potenciométer elforgatásával a műszer mutatóját a skála végén levő piros osztásvonalra állítjuk. Ezután a harangelektrodát három-négyszer öblítsük át alaposan desztillált vízzel. Az öblítés után mérjük meg a desztillált víz vezetőképességét. Ügyeljünk arra, hogy a harang elektródában levő mindhárom platinagyűrűt ellepje az oldat. A desztillált víz vezetőképességének 20  $\mu\text{S}$  alatt kell lennie, ha nagyobb értéket mérünk, akkor az elektródák még szennyezettek.

### A mérés menete:

1. Végezzük el a műszer kalibrálását a leírtak szerint!
2. Mérjük meg a kiadott, különböző koncentrációjú oldatok vezetőképességét ( $G$ )! Adjuk meg az egyes oldatok fajlagos vezetőképességét ( $\sigma$ )!  $K=130 \text{ m}^{-1}$
3. Ábrázoljuk a koncentrációt a fajlagos vezetőképesség függvényében, és adjuk meg a  $c(\sigma)$  függvényt!
4. Adjuk meg az oldatok normalitását és az ekvivalens vezetőképességüket ( $\Lambda$ )! Figyeljük meg, hogyan változik az ekvivalens vezetőképesség a koncentrációval! Adjunk magyarázatot!
5. Adjuk meg a csapvíz és a kiadott vízminta fajlagos vezetőképességét! A kapott grafikon alapján határozzuk a NaCl-ra vonatkoztatott koncentrációjukat!

6. Mérjük meg a vízminták és a kisebb koncentrációjú oldatok pH-értékét is! A fajlagos vezetőképességek és a pH-értékek alapján adjuk meg, milyen vízminőségi osztályba sorolhatók!

**Mérési eredmények:**

Oldat és koncentráció	Vezetőképesség G (S)	Fajlagos vezetőképesség $\sigma$ (S/m)	Ekvivalens vezetőképesség $\Lambda$ (Sm <sup>2</sup> /mol)	pH-érték	Vízminőség
Deszt. víz			-----		
c <sub>1</sub> =					
c <sub>2</sub> =					
c <sub>3</sub> =					
c <sub>4</sub> =					
c <sub>5</sub> =					
c <sub>6</sub> =					
c <sub>7</sub> =					
c <sub>8</sub> =					
csapvíz			-----		
.....			-----		
.....			-----		

**A csapvíz NaCl-ra vonatkoztatott koncentrációja:.....**

**Következtetések:.....**  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## 5. Mérés fluxusmérővel - A földi mágneses tér adatainak meghatározása

### Irodalom:

Budó Ágoston: Kísérleti fizika II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1968.

Litz József.: Elektromosság és mágnesség, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

### Elméleti összefoglaló:

a) A fluxusmérő olyan forgótekerces galvanométer, melynél a tekercset felfüggesztő szál visszatérítő-nyomatéka elhanyagolhatóan kicsi a tekercsen átfolyó áram által létesített nyomatékhoz képest, és a forgó rész aperiodikusan csillapított. A fluxusmérővel mágneses fluxust lehet mérni, ha hozzá egy  $n$  menetszámú és  $A$  felületű tekercset kapcsolunk. A csillapításhoz a tekercs ellenállásának kisebbnek kell lenni a fluxusmérő ellenállásánál.

A mérőműszer által jelzett  $\Delta x = x_2 - x_1$  skálaérték-változás arányos a  $\Delta\Phi$  fluxusváltozással:

$$\Delta\Phi = C \cdot \Delta x,$$

ahol a  $C$  műszerállandó, a fluxusmérő 1 skálaérték-eltolódásához tartozó fluxusváltozás.

Ha egy tekercset, melynek síkja merőleges a  $B$  mágneses indukciójonalakra, 180 fokkal elforgatunk, akkor a fluxus iránya változik meg, ezért

$$\Delta\Phi = 2\Phi. \quad \text{Emiatt } 2\Phi = C(x_2 - x_1). \quad \text{Mivel } \Phi = BnA, \quad \text{ezért}$$

$$B = \frac{1}{2nA} C(x_2 - x_1) = \frac{1}{2nA} C \cdot \Delta x.$$

b) A földi mágneses tér  $B_{eredő}$  indukcióvektorát két komponensre bonthatjuk, a  $B_v$  vízszintes és  $B_f$  függőleges komponensre. A  $B_{eredő}$  és  $B_v$  által bezárt  $i$  szöget a lehajlás (inklináció) szögének nevezik.  $B_v$  és  $B_f$  ismeretében (melyeket az előző képlet segítségével számolunk ki):

$$B_{eredő} = \sqrt{B_v^2 + B_f^2} \quad \text{és} \quad i = \arctg \frac{B_f}{B_v}.$$

A  $B_v$  és  $B_f$  (illetve a  $H_v$  és  $H_f$  térerősség-komponensek) mérésére földinduktort használnak.

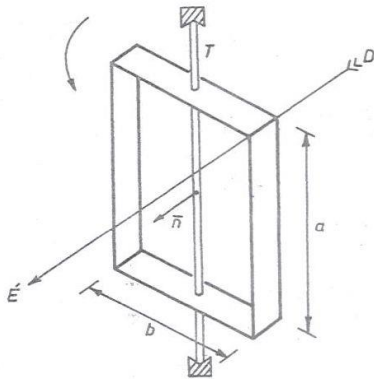
### Eszközleírás:

a) Fluxusmérő: indukciós tekercs csatlakoztatására szolgáló hüvelypár, mérőskála, nullhelyzet-beállító

Használton kívüli állapotban a  $\underline{B}$  hüvelypár rövidre van zárva, hogy a galvanométer mutatója ne lengjen. Méréskor a mérőtekercs vezetékét ide kapcsoljuk.

A műszeren 1 skálárész megfelel  $1,5 \cdot 10^{-4} \text{Vs}$  fluxusváltozásnak, tehát

$$C = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{Vs / skr.}$$



b, A földinduktor egy olyan  $n$  menetszámú,  $A$  felületű tekercs, melyet tengelye körül 180 fokkal el lehet forgatni. Állítsuk úgy a földinduktort, hogy  $T$  forgástengelye függőleges helyzetű legyen, az  $A$  felület normálisa  $\underline{E}$  északi irányba mutasson, azaz  $\underline{B}_v$  irányába. A helyes irány beállítását egy kis iránytű segítségével oldhatjuk meg. A földinduktor kivezetését kapcsoljuk össze a fluxusmérővel. A fluxusmérő

mutatójának helyzete legyen  $x_1$  skálaértékű.

### Mérés menete:

Forgassuk el 180 fokkal a földinduktor tekercsét, ekkor a műszer mutatója kitér  $x_2$  skálaértékre! Ezt ismétljük meg ötször! Így öt skálaérték változást kapunk, melyek átlagát szorozva  $C$ -vel, meghatározhatjuk a fluxusváltozás értékét és hibáját, valamint a  $\underline{B}_v$ -t.

$A = ab$ ,  $a$ -t és  $b$ -t egyszer mérjük, hibáját becsüljük.

Ezután állítsuk a földinduktor tengelyét úgy, hogy az vízszintes helyzetű legyen, és a mágneses  $\underline{E}$ - $\underline{D}$  irányba álljon! A tekercs felületének normálisa függőleges irányba mutasson! Így az  $A$  felületen a földi mágneses tér  $\underline{B}_f$  komponensei haladnak át merőlegesen. Ezen alaphelyzetben a műszermutató állását tekintjük  $x_1$ -nek, a 180 fokkal történő elforgatás utáni helyzetét  $x_2$ -nek. A fluxusváltozást és  $\underline{B}_f$ -et az előzőkhöz hasonlóan számíthatjuk ki.

### Mérési eredmények:

$n = \dots\dots\dots$

$a = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots,$

$b = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$

$A = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots,$

$C = \dots\dots\dots$

VÍZSZINTES KOMP.	$x_1$	$x_2$	$\Delta x_v$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
Átlag	-----	-----	
Abszolút hiba	-----	-----	

$$B_v = \dots \pm \dots$$

FÜGGŐLEGES KOMP.	$x_1$	$x_2$	$\Delta x_f$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
Átlag	-----	-----	
Abszolút hiba	-----	-----	

$$B_f = \dots \pm \dots$$

$$B_{\text{eredő}} = \dots \pm \dots$$

$$B_{\text{eredő, irodalmi}} = \dots 0,48 \text{ G} \dots (1\text{G} = 10^{-4}\text{T}) \quad \text{Relatív eltérés} = \dots$$

$$i = \dots \pm \dots$$

$$i_{\text{irodalmi}} = \dots 63,5^\circ \dots \quad \text{Relatív eltérés} = \dots$$

**Következtetések:** .....

.....

.....

.....

## 6. Zajszint mérése

### Irodalom:

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. tankönyvkiadó, Budapest, 1997.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

Walz Géza: Zaj- és rezgésvédelem, Complex Kiadó kft., 2008.

### I. Hangforrás teljesítményének mérése

#### Elméleti összefoglaló:

A hang erősségének jellemzésére – mint minden más hullám esetében - használható a hang intenzitása ( $I = \frac{E}{At}$ ), ami az egységnyi felületen egységnyi idő alatt átáramló hangenergiát adja meg. Ez az érték azonban nem jellemezné jól a hanghullám által kifejtett hangérintet mértékét, ezért vezették be az intenzitásszint fogalmát ( $L$ ), amely az adott hang  $I$  intenzitását a 1 kHz frekvenciájú hang ingerküszöbével ( $I_0=10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>) hasonlítja össze:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

Az intenzitásszint távolságfüggésének ismeretében megadható a hangforrás teljesítménye. A pontszerűnek feltételezett hangforrás esetén ugyanis a teljes leadott hangenergia egy (hangforrás középpontú) gömbfelületen halad át, a különböző sugarú gömbfelületeken természeteses egységnyi idő alatt ugyanakkora energia.  $R$  sugarú gömb esetén a hangintenzitás a  $P$  teljesítménnyel kifejezve:

$$I = \frac{P}{4R^2\pi}$$

Ennek felhasználásával  $R$  távolságra a hangintenzitásszint értéke:

$$L_R = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{P}{4R^2\pi I_0} = 10 \lg \frac{P \cdot 1\text{m}^2}{4R^2\pi I_0 \cdot 1\text{m}^2} = 10 \lg \frac{P}{4\pi I_0 \cdot 1\text{m}^2} - 10 \lg \frac{R^2}{1\text{m}^2}$$

(Az 1m<sup>2</sup> behozására azért van szükség, mert csak dimenzió nélküli kifejezésnek vehetjük a logaritmusát.) A kifejezés első tagja állandó érték (legyen  $L_0$ ), ez alapján az egyszerűbb felírás:

$$L_R = L_0 - 20 \lg R$$



ahol  $L_0 = 10 \lg \frac{P}{4\pi I_0 \cdot 1\text{m}^2}$  és  $R$  a méterben mért távolság mérőszáma.

**A mérés leírása:**

A méréshez egy állandó, a környezeti zajnál nagyobb intenzitású hangforrást használunk. Ha a háttérzaj jelentős, a teljes intenzitásszintből le kell vonni a háttér intenzitásszintjét. A hangforrástól különböző távolságokra végezzük el az intenzitásszint mérését (A-kiemelt zajszintet mérve, legalább 20 s mérésidővel)! Vegyük fel az intenzitásszintet a távolság 10-es alapú logaritmusának a függvényében! A kapott egyenes tengelymetszete ( $L_0$ ) tartalmazza a hangforrás teljesítményét. A frekvencia legyen 250 Hz.

**Mérési eredmények:**

Távolság ( $R$ , m)	Teljes hangintenzitásszint ( $L$ , dB)	Forrás hangintenzitásszintje ( $L_R = L - L_{\text{háttér}}$ , dB)	$\lg R$

Háttérzaj ( $L_{\text{háttér}}$ )=.....

$L_0$ =.....

$P$ =.....

**II. Anyagok hangszigetelésének vizsgálata**

**Elméleti összefoglaló:**

Hangszigetelés alatt azt a folyamatot értjük, amely során valamely anyagrétegen a hang nem jut át, hanem visszaverődik, illetve a közegben a hangenergia egy része „élvész”, hővé alakul.

A hangszigetelés mennyiségi jellemzésére a hanggátlás ( $H$ ) használatos, mely a falhoz érkező intenzitásszint ( $L_{be}$ ) és a falon átjutott intenzitásszint ( $L_{ki}$ ) segítségével adható meg:

$$H = L_{be} - L_{ki}$$

**Mérés leírása:**

A hanggátlás megadásához az előző hangforrástól pl. 0,5 m állandó távolságra végezzünk intenzitásszint-méréseket; először elnyelő fal nélkül ( $L_{be}$ ), majd a fal behelyezése után, mögötte ( $L_{ki}$ ).

**Mérési eredmények:**

Fal anyaga és vastagsága	$L_{be}$ (dB)	$L_{ki}$ (dB)	$H$ (dB)

Állítsuk sorrendbe a vizsgált falazatokat hangelnyelés alapján! Adjunk magyarázatot a tapasztaltakra!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

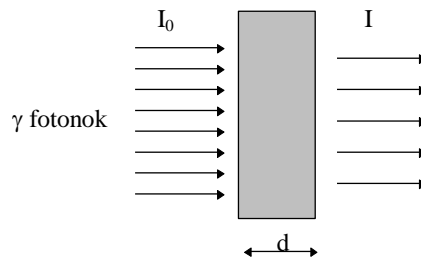
## 7. Gamma-sugárzás abszorpciójának mérése

### Irodalom:

Dr. Budó Á., Dr. Mátrai T.: Kísérleti fizika III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

### Elméleti összefoglaló:



Ha  $\gamma$ -sugárzás áthalad egy  $d$  vastagságú anyagon, egy része elnyelődik,  $I$  intenzitás csökken: , ahol:  $k$  az elnyelő anyagra jellemző *abszorpciós tényező*, ami függ az anyag sűrűségétől, atomjainak rendszámától, valamint a sugárzás energiájától,  $I_0$  a belépő sugárzás intenzitása.

Az előző összefüggés alapján  $k$  értéke megadható:  $k = \frac{1}{d} \ln\left(\frac{I_0}{I}\right)$

Intenzitás helyett a gyakorlaton az  $N$  beütésszámot mérjük meg, így  $k = \frac{1}{d} \ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$

### A mérés menete:

Határozzuk meg az alumínium, a réz és az ólom abszorpciós együtthatóját a gamma-sugárzására vonatkozóan. Ehhez ellenőrizzük bekapcsolás előtt a sugármérőt, majd végezzük el a következő beállításokat!

1. A mérési időtartam 1 perc legyen (TIME BASE: min)
2. A mérést először integrális üzemmódban végezzük

(INT állás), a BASELINE potenciométerrel állítsuk be a mérni kívánt minimális fotonenergiát, ami 50 keV!

3. Állítsuk be a hitelesítési fotoelektron-sokszorozó feszültséget (H.V. FINE), ami 950 V!

Mérjük meg az ólomtorony háttér beütésszámát ( $N_h$ )! Ehhez végezzünk egy perces méréseket ötször, ezek átlaga lesz a háttér beütésszám. A háttérsugárzás mérésekor helyezünk egy



olyan alumíniumtálcát a mintatartóba, amelyben a minta is található. Ezután mérjük meg a minta beütésszámait is szintén ötször ( $N_0$ )! Helyezzük a mintára a kiadott alumínium lapot, és újra mérjük meg ötször a csökkent beütésszámokat ( $N_{Al}$ )! Helyezzünk a mintára réz, majd ólomlapot, és végezzük el újra a méréseket! A lapok  $d$  vastagságát csavarmikrométerrel mérjük egyszer, a hibát becsüljük! Az adatok alapján adjuk meg a három fém elnyelési tényezőjét a minta teljes gamma-spektrumára! A számításokkor a háttérrel korrigált beütésszámokat kell figyelembe venni, pl. alumínium esetén:

$$N'_0 = N_0 - N_h \quad \text{és} \quad N' = N - N_h \quad k = \frac{1}{d} \ln \frac{N'_0}{N'}$$

**Mérési eredmények:**

	$N_h$	$N_0$	$N_{Al}$	$N_{Cu}$	$N_{Pb}$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
Átlag					
Abszolút hiba					
Korrigált érték	-----				

$d_{Al} = \dots \pm \dots$ ;  $k_{Al} = \dots \pm \dots$

$d_{Cu} = \dots \pm \dots$ ;  $k_{Cu} = \dots \pm \dots$

$d_{Pb} = \dots \pm \dots$ ;  $k_{Pb} = \dots \pm \dots$

**Következtetések:**.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

## **8. Monitorok/tv-készülékek mágneses mezőjének vizsgálata**

### **Irodalom:**

Budó Á., Dr. Mátrai T.: Kísérleti fizika III. Tankönyvkiadó, Budapest, 1985

Köteles György: Sugáregészségtan, Medicina Kiadó, Budapest, 2002.

### **Elméleti összefoglaló:**

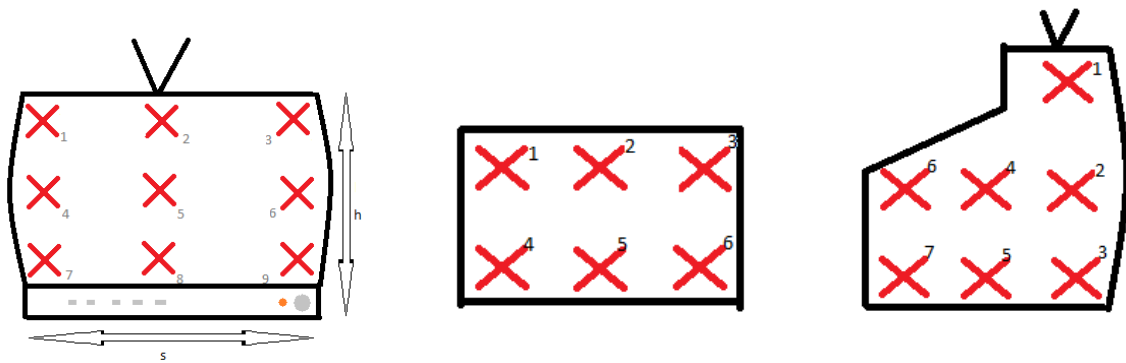
Biológiai hatásuk alapján az elektromágneses hullámok két nagy csoportra bonthatók. A  $10^{15}$  Hz-nél nagyobb frekvenciájú hullámokat ionizáló elektromágneses sugárzásoknak nevezzük. Ezen sugárzások energiája ( $>6 \cdot 10^{-19}$  J) ugyanis elegendő kémiai kötések szétbontására, valamint ionizációra. A  $10^{15}$  Hz-nél kisebb frekvenciájú sugárzásokat nemionizáló sugárzásoknak nevezzük, ide soroljuk a látható fényt, az infravörös sugárzást, a mikrohullámú és rádiófrekvenciás sugárzásokat. Ezek biológiai hatása azon alapul, hogy az időben változó elektromágneses mező hatására megváltozik a molekulák dielektromos polarizációja, ami pl. melegedést, permeabilitás-változást idéz elő. Nemzetközi ajánlások alapján 50 Hz-es frekvenciájú mágneses térben, állandó tartózkodás esetén a lakossági határérték  $100 \mu\text{T}$ , a foglalkoztatási pedig  $500 \mu\text{T}$ .

A mérőeszköz a 30-300 Hz frekvenciatartományba eső sáv szélességben méri az elektromágneses sugárzás mágneses komponensét G és T egységben.

### **A mérés menete:**

A mérés során egy elektroncsöves berendezés körül vizsgáljuk meg a mágneses tér erősséget! A méréshez határozzuk meg a mérés helyén meglévő esetleges háttérmágnességet ( $B_{\text{háttér}}$ ), amit a működő berendezés körül kapott értékekből le kell vonni!  $B_{\text{háttér}} = \dots\dots\dots$

**Mérés 1.** A berendezés 4 felületén (elöl, hátul, jobb és bal oldalt) vegyünk fel egy  $3 \times 3$ , illetve  $3 \times 2$  mérési pontból álló mátrixot (a pontok egyenletesen fedjék le a felületet), és minden pontban mérjük meg az indukciót! A mérési pontok helyei elöl, hátul és oldalt:



**Mérés 2.** A legnagyobb indukciót mutató pontnál végezzük el az indukció távolságfüggésének a mérését! Ehhez az adott pontban, a készülék felületére merőlegesen álló egyenes mentén haladva 5-10 cm-enként mérjük meg az indukciót, majd vegyük fel az indukció-távolság-függvényt! Adjuk meg a függvény egyenletét!

**Mérési eredmények:**

**INDUKCIÓÉRTÉKEK AZ EGYES FELÜLETEKEN (G egységben)**

Pont	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
<b>Előlnézet</b>									
<b>Hátulnézet</b>									
<b>Jobb oldal</b>									
<b>Bal oldal</b>									

**INDUKCIÓÉRTÉKEK A TÁVOLSÁG FÜGGVÉNYÉBEN**

- 1. pont .....
- 2. pont.....
- 3. pont.....

<b>Távolság (<math>d</math>, cm)</b>										
<b>1. pont Indukció (G)</b>										
<b>2. pont Indukció (G)</b>										
<b>3. pont Indukció (G)</b>										

**$B(d)$  függvények:**

1. pont: .....

2. pont:.....

3. pont:.....

**Következtetések:.....**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## **9. Diffúzióállandó mérése schlieren módszerrel**

### **Irodalom:**

Erdei Grúz Tibor: A fizikai kémia alapjai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. tankönyvkiadó, Budapest, 1997.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

### **Elméleti összefoglaló:**

Két különböző minőségű anyag részecskéinek spontán elkeveredését diffúciónak nevezzük. Ha az oldat tiszta oldószerrel érintkezik, vagy a koncentráció-eloszlás nem egyenletes az oldatban, a diffúzió addig tart, amíg a koncentrációkülönbség ki nem egyenlítődik. A diffúzió hajtóereje a kémiai potenciál különbözősége a különböző koncentrációjú helyeken, makroszkópiusan a folyamat a dinamika törvénye szerint játszódik le.

Vizsgáljuk meg egy csőben lévő folyadék diffúzióját, ha a cső bármely keresztmetszetén a koncentráció állandó és csak  $y$  irányban változik!

Ebben az esetben a folyamatra felírható Fick I. törvénye:

$$\frac{dn}{dt} = -Dq \frac{dc}{dy}$$

$\frac{dn}{dt}$

az egységnyi idő alatt a  $q$  keresztmetszeten átdiffundált anyag mennyisége,

$\frac{dc}{dy}$

az ún. koncentráció-gradiens, amely az  $y$  irányú koncentrációváltozás nagyságát jellemzi,  $D$  a diffúzióállandó. Az egyenlet alapján a diffúzióállandó az egységnyi keresztmetszeten, egységnyi idő alatt átdiffundált anyag mennyiségét adja meg, ha a koncentráció-gradiens egységnyi.

### **A mérés elmélete:**

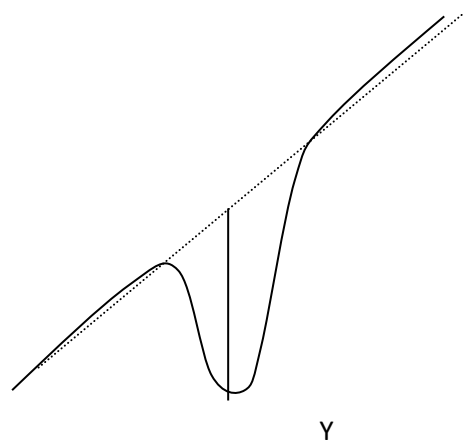
A diffúzióállandó schlieren módszerrel történő mérése egy optikai eljárás, amely azon alapul, hogy a különböző koncentrációjú, és így különböző sűrűségű oldatok határfelületén a fény megtörik. A diffúzióval a rétegek koncentrációja változik és így a kapott törési kép is módosul.

A méréshez 45 fokos ferde rés képét vetítjük át egy olyan oldaton keresztül, amelyben diffúzió megy végbe. Ehhez egy pontszerű fényforrásra, két 20 cm fókusz távolságú lencsére és egy ernyőre van szükség. A pontszerű fényforrásból jövő fénysugarakat egy lencsével



párhuzamossá tesszük, majd a ferde résen vezetjük át. A rés képét, lencsével, a küvettán keresztül képezzük le az ernyőre!

A berendezés összeállítása után a küvettába NaCl-oldatot töltünk úgy, hogy a folyadékszint a réskép közepén legyen. Ezután fecskendő segítségével nagyon lassan, a küvetta fala mentén, vizet rétegezzük a sóoldat fölé. Az oldat és a víz határfelülete ekkor még szabad szemmel is látható. A rétegezés befejezése után a következő kép jelenik meg az ernyőn, amelynek lehajlása, azaz maximális eltérése az eredeti résképtől ( $Y$ ), a diffúzió során fokozatosan csökken.



Kezdetben percenként, majd nagyobb időközökben megjelöljük az ernyőre erősített milliméterpapíron a maximális eltérések helyét és feljegyezzük a hozzá tartozó időpontokat. Az időmérést az alárétegzés befejezése után kezdjük el. A maximális eltérések ( $Y$ ) és a hozzájuk tartozó időpontok ( $t$ ) ismeretében  $D$  értékét kiszámíthatjuk:

$$D = \frac{A}{t} \left( \frac{1}{Y^2} - \frac{1}{Y_0^2} \right)$$

ahol:  $Y$  – az egyes max. eltérések,  $Y_0$  – a mérés kezdetekor mért max. eltérés,  
 $t$  – az egyes leolvasások időpontja,  $A$  – a mérés során állandó érték,

$$A = \frac{(n_o - n_v)^2 X^2 Z^2}{4n^2 \pi}$$

ahol:  $n$  – a levegő törésmutatója, ( $n=1$ ),  $n_o$  – a vizsgált oldat törésmutatója,  
 $n_v$  – a desztillált víz törésmutatója,  $X$  – a küvetta vastagsága (0,01 m)  
 $Z$  – a küvetta ernyőtől mért távolsága

**A mérés menete:**

1. A berendezés összeállítása után rajzoljuk be az ernyőre helyezett papíron a rés eredeti képét!
2. A leírt módon végezzük el a fölrétegzést!
3. Jelöljük be 10 maximális eltérés helyét, és jegyezzük fel a hozzájuk tartozó időket (*t*)!
4. Mérjük le az egyes maximális eltéréseket!
5. Adjuk meg a vizsgált oldat és a desztillált víz törésmutatóját!

A diffúzióállandó értékét grafikon segítségével adjuk meg. Ehhez a *D* egyenletéből képezzük

az  $\frac{1}{Y^2}(t)$  függvényt: 
$$\frac{1}{Y^2} = \frac{D \cdot t}{A} + \frac{1}{Y_0^2}$$

A függvény lineáris, meredeksége tartalmazza a diffúzióállandót.

**Mérési eredmények:**

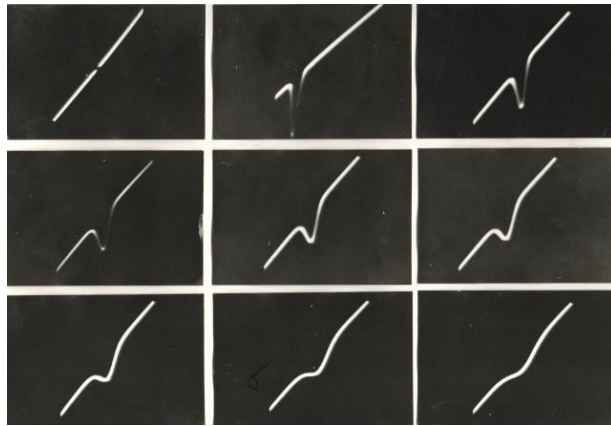
$n_o = \dots\dots\dots$        $n_v = \dots\dots\dots$        $Z = \dots\dots\dots$  m       $X = 0,01$  m

$A = \dots\dots\dots$

	<b>t (s)</b>	<b>Y (m)</b>
j=0	0	
i=1		
i=2		
i=3		
i=4		
i=5		
i=6		
i=7		

A függvény:.....

$D = \dots\dots\dots$  m<sup>2</sup>/s



A réskép időbeli változása

**Következtetések:**.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 10. Egyenértékű A-intenzitás szint terepi mérése

### Irodalom:

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. tankönyvkiadó, Budapest, 1997.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

Walz Géza: Zaj- és rezgésvédelem, Complex Kiadó kft., 2008.

### Elméleti összefoglaló:

A hang erősségének jellemzésére – mint minden más hullám esetében - használható a hang

intenzitása ( $I = \frac{E}{\Delta t}$ ), ami az egységnyi felületen egységnyi idő alatt átáramló hangenergiát

adja meg. Ez az érték azonban nem jellemezné jól a hanghullám által kifejtett hangérzet mértékét, ezért vezették be az intenzitás szint fogalmát ( $L$ ), amely az adott hang  $I$  intenzitását a 1 kHz frekvenciájú hang ingerküszöbével ( $I_0=10^{-12} \text{ W/m}^2$ ) hasonlítja össze:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}$$

Az emberi fül legjobban az A-hangra (440 Hz) és annak felharmonikusaira érzékeny, ezért a zajszintmérőkben lévő mikrofont olyan szűrőkkel látják el, amelyek segítségével a követik az emberi fül érzékenységeinek frekvenciafüggését. Ha az intenzitás szint időben változó, az egyenértékű A-intenzitás szint kerül megadásra:

$$L_{A,eq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{I(t)}{I_0} dt \right]$$

Ha nem ismert az  $I(t)$  függvény, hanem  $t_i$  időtartamokra vonatkozó átlagos (vagy maximális) intenzitás szintek mérhetők ( $I_i$ ), a teljes  $T$  mérési időtartamra vonatkozó egyenértékű A-intenzitás szint:

$$L_{A,eq} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \sum_1^n t_i 10^{0,1L_i} \right]$$

**A mérés menete:**

A gyakorlat során terepi körülmények között 5 helyszínen végezzünk zajszintmérést. A mérési pontokban a közlekedés zaja legyen eltérő. A kiadott zajszintmérővel 30 másodperces időtartamokban adjuk meg a zajszint maximumát (Max gomb). Minden pontban 10 maximumot határozzunk meg. Az Excel program segítségével adjuk meg az egyenértékű A-intenzitásszint-maximumokat ( $L_{A,eq,max}$ ) minden mérési pontra.

$t_i$ =.....

$T$ =.....

	<b>A pont</b>	<b>B pont</b>	<b>C pont</b>	<b>D pont</b>	<b>E pont</b>
	$L$ (dB)	$L$ (dB)	$L$ (dB)	$L$ (dB)	$L$ (dB)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
<b><math>L_{A,eq,max}</math></b> (dB)					

**Mérési pontok jellemzői:**

A:.....  
.....  
.....

B:.....  
.....  
.....

C:.....

.....

.....

D:.....

.....

.....

E:.....

.....

.....

**Következtetések:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 11. Oldatok és talajok pH-mérése

### Irodalom:

Erdei Grúz Tibor: A fizikai kémia alapjai, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1972.

Budó Ágoston: Kísérleti fizika I. tankönyvkiadó, Budapest, 1997.

Erostyák J., Litz J. (szerkesztők): A fizika alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.

### Elméleti összefoglaló:

A növények a talaj kémhatására eltérően reagálnak. Egyesek a kissé savanyú, mások a kissé lúgos kémhatást kedvelik. Általában a semleges közegű talajok felelnek meg a növények termesztésének. A puffer-képesség megmutatja, hogy az adott közeg mennyire áll ellen a pH megváltoztatására irányuló hatással szemben. (A talajnak nagy a puffer képessége, azaz a tápoldat savazása lassan hat a talajra.) A kertészeti termesztésre a gyengén savanyú és semleges kémhatású talajok a legalkalmasabbak. A hazai talajok kémhatása általában magas (pH=7,2-8,1), elsősorban a benne levő sok hidrogénkarbonát-ion és nátriumion miatt. A zöldségnövények tápanyagfelvétele a legtöbb tápelem esetében akkor optimális, ha a talaj pH-ja 6,0 és 7,0 között van. Lúgos kémhatásnál (7,5 pH fölött) a mikroelemek (pl. vas) felvétele jelentősen csökken. A 7,0–8,5 pH-jú öntözővizeink hidrogénkarbonát-tartalmuknál fogva folyamatosan lúgosítják a talajt, ill. termesztő közeget, amit a tápoldat savazásával kell ellensúlyoznunk. A savazáshoz foszforsavat, salétromsavat, esetleg citromsavat szoktak használni úgy, hogy a kimenő tápoldat pH-ja 5,0 és 6,0 között legyen.

### Eszközleírás:

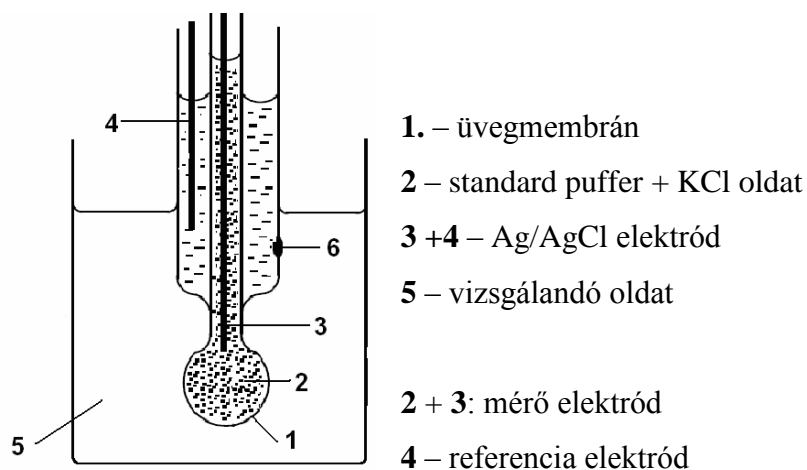
A pH legpontosabb meghatározása **potenciometriás módszerrel** történik. A potenciometria az elektrolitoldatba merülő elektród felületén kialakuló potenciál mérésén alapuló *elektroanalitikai módszer*. Egy elektród potenciálját csak egy másik elektródhoz viszonyítva lehet meghatározni, a közöttük kialakuló feszültségkülönbség mérésével, ezért a mérő-elektrodot egy referenciaelektroddal galvánelemmé kapcsolják össze.

A pH meghatározására *mérőelektrodként* üvegelektrodot alkalmaznak, *referenciaelektrodnak* másodfajú elektródokat használnak. A galvánelem elektromotoros erejéből a pH kiszámítható. A pH-érzékeny **üvegelektrod** különleges összetételű, nagy elektromos vezetőképességű és kis olvadáspontú üvegből készített membrán. Az üvegmembrán erősebb falú üvegcsőre van forrasztva. Az elektród belsejében nagy kapacitású, 6-7 pH-jú pufferoldat van, amelybe kivezetőként Ag/AgCl elektróda merül. A üveggömb (membrán) vizes oldattal érintkezve vizet vesz fel, több molekula vastagságú rétegben megduzzad, és az oldat H-ionjaival

ioncsere-egyensúlyt alakít ki. A membránon kialakuló potenciált a két oldalon lévő H<sup>+</sup>-koncentrációk aránya határozza meg. Az üveggömb belsejében a pufferoldat révén állandó a H<sup>+</sup>-koncentráció, így az elektródpotenciál egyedül a külső oldat H<sup>+</sup>-koncentrációtól, azaz pH-jától függ. Az üveg felszínén kialakuló potenciál (E) tág pH-intervallumban lineárisan változik a pH-val (a NERNST-egyenlet alapján):

$$E = (RT / F) \ln [H_3O^+] \quad 25 \text{ °C-on:} \quad E = 0,0591 \text{ pH}$$

A **kombinált elektróda** egybeépítve tartalmazza a mérő és az összehasonlító elektródot is (az üvegelektroda össze van építve a referenciaelektroddal). Ekkor az elektród szára duplafalu üvegcső, amelyben az összehasonlító elektród (szintén Ag/AgCl), a külső térrészben található. Az üvegelektrodok *helyes működéséhez* a membránrésznek duzzadt állapotban kell lenni, amit gyakori áztatással érünk el.



[http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/kemia/szerves\\_kemia/szerves-07het.pdf](http://www.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/emk/kemia/szerves_kemia/szerves-07het.pdf) alapján

### Mérés leírása:

**Talajminták pH-mérése:** A talajmintát 1:2 térfogatarányban hígítsuk fel desztillált vízzel, keverjük össze, és 10-20 percig hagyjuk állni, hogy a talajból a sók kiadódjanak a vízbe. Ezután ha szükséges, szűrjük meg az oldatot és végezzük el a pH-mérést.

**Oldatok pH-mérése:** Mérjük meg a kiadott oldatok pH-értékét. A melléklet táblázat segítségével határozzuk meg a pH-értékek alapján a vízminőségüket.



**Mérési eredmények:**

<b>Minta</b>	<b>pH</b>	<b>Minta</b>	<b>pH</b>

**Következtetések:**.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....