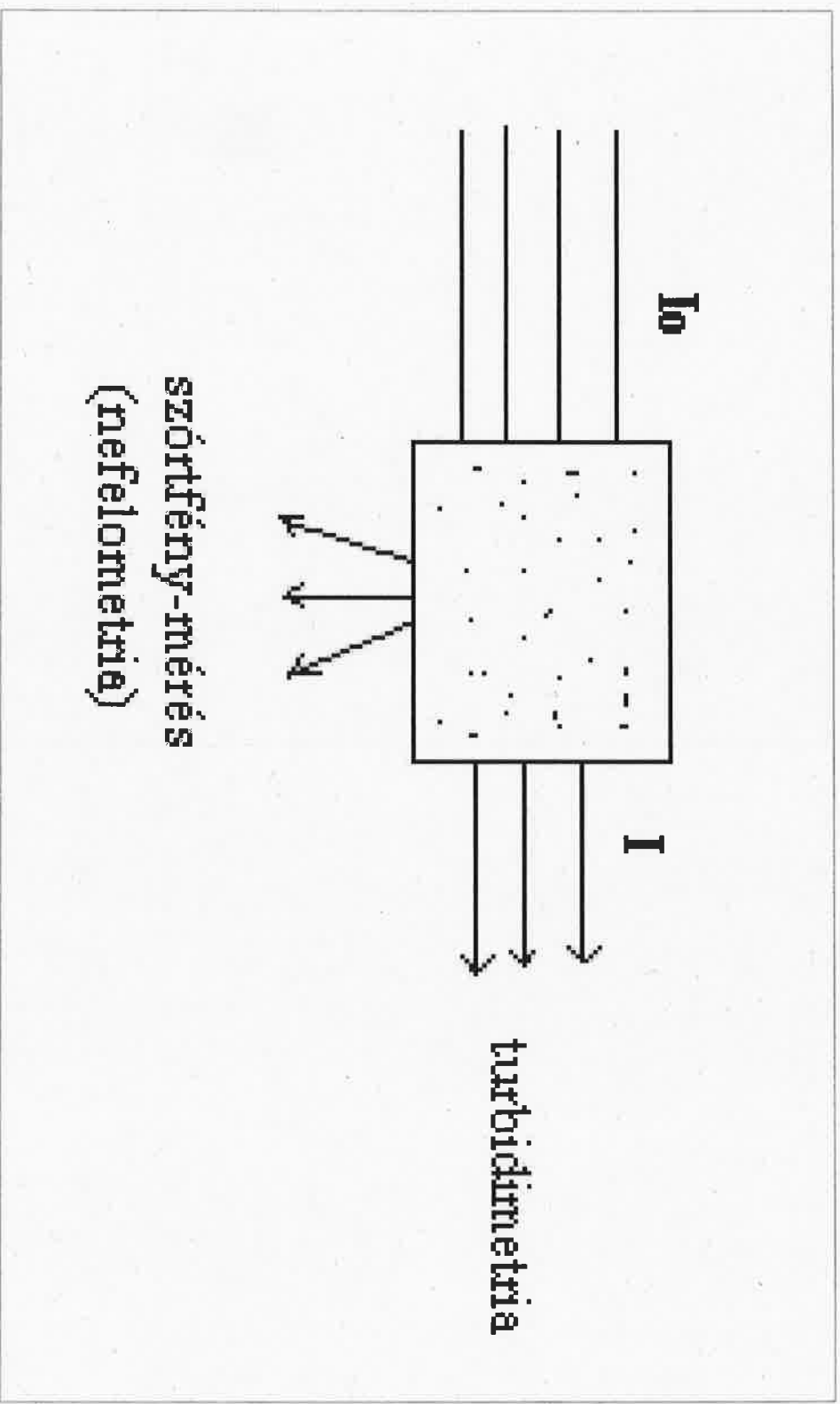


## A turbidimetria és a nefelometria

- A **turbidimetria** és a **nefelometria** kolloid oldatok ( $1 \text{ nm} < d < 500 \text{ nm}$ ) fényszórásának mérésén alapuló optikai analitikai módszerek.
- Ha kolloid oldatra vagy diszperzióra fénysugarat ( $I_0$ ) irányítunk, akkor a fény egy része elnyelődik ( $I_{\text{absz}}$ ), a másik része szóródik ( $I_{\text{sz}}$ ), míg a maradék ( $I$ ) változatlanul halad tovább.
- A **nefelometriás** mérések során az oldat által szórt fény intenzitását, a **turbidimetriás** méréseknél pedig az oldaton áthaladó fény intenzitás csökkenését, tehát látszólagos abszorbananciáját (turbiditását) mérjük.

## Kolloid oldatok fényszórása



## Fényszórás

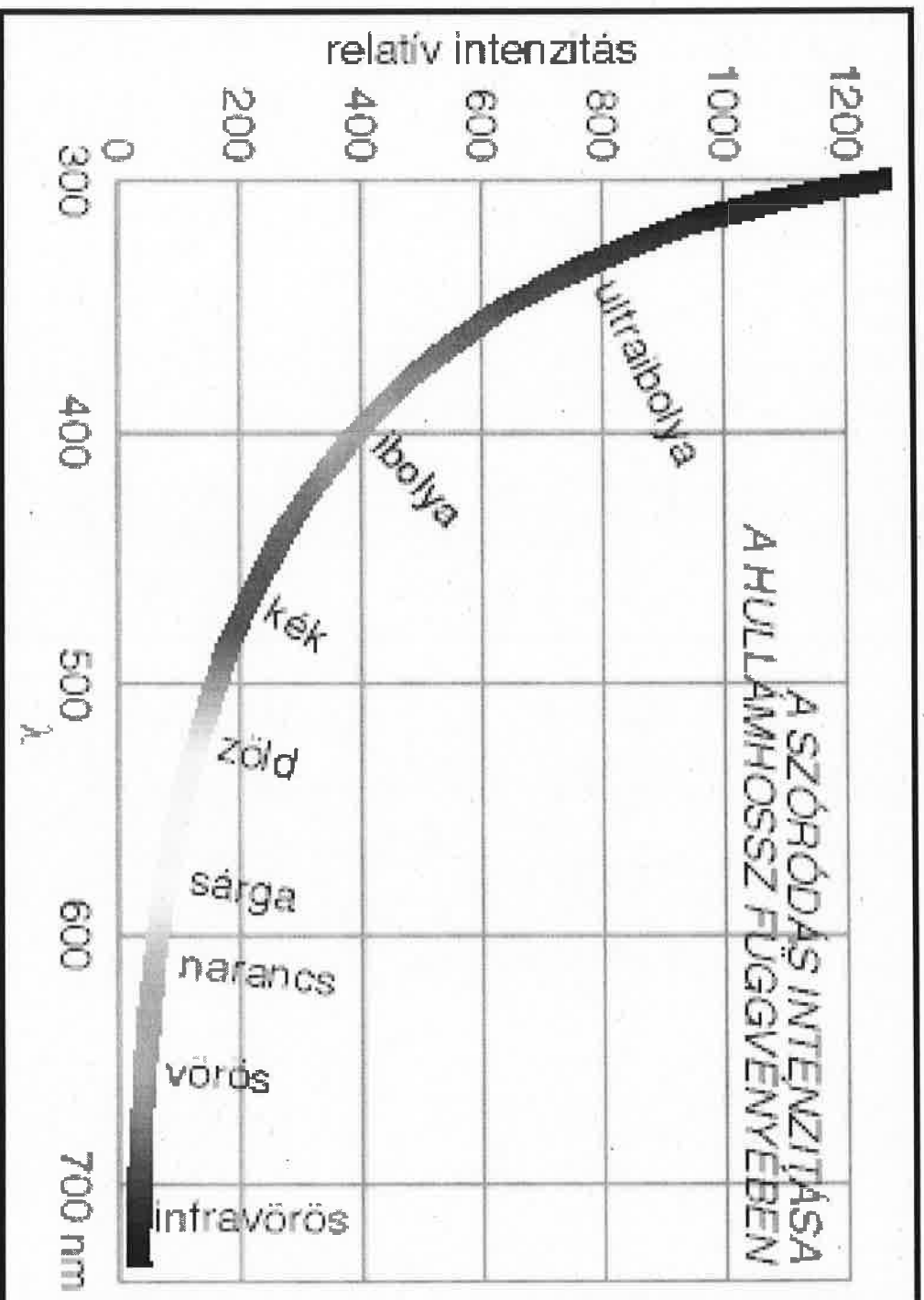
A jelenséget *Rayleigh* vizsgálta először, és megállapította, hogy:

**A szórt fény intenzitása arányos a diszperz rendszer koncentrációjával.**

- A szórt fény intenzitása a hullámhossz növekedésével rohamosan csökken. Ezért a turbidimetriás mérésekhez célszerű minél kisebb (400-500 nm-es) hullámhosszúságú fényt használni. A pontos mérés megvalósításához az is fontos, hogy a kiválasztott hullámhosszon az oldatnak ne legyen valódi fényelnyelése.

- Mivel a szórt fény intenzitása a részecske sugarának hatodik hatványával arányos, reprodukálható eredményeket csak akkor kapunk, ha biztosítani tudjuk a részecskeméret állandóságát. Ennek érdekében az oldathoz kolloidstabilizáló anyagot adagolunk, amely megakadályozza az egyes részecskék összetapadását.

A hullámhossz növekedésével a szórt fény intenzitása rohamosan csökken



Az intenzitás a hullámhossz negyedik hatványával fordítottan arányos.

## I. Turbidimetria elve

- A kolloid oldaton áthaladó fény intenzitása csökken, mert a fény egy része a kolloid részecskékbé ütközve irányt változtat (szoródik). **A jelenséget a turbiditással jellemezzük.**

A kolloid rendszer zavarossága (turbiditása) nagyon kis koncentrációk esetén az alábbi összefüggéssel írható le:

$$\tau = \lg(I_0/I) = a l c$$

Ahol:

- $\tau$ : turbiditás
- $I_0$ : a belépő fény intenzitása
- $I$ : a kilépő fény intenzitása
- $l$ : a minta rétegvastagsága
- $c$ : a kolloid rendszer koncentrációja
- $a$  : állandó

## 2. Nefelometria elve

- A nefelometria ugyanazon a jelenségen alapszik, mint a turbidimetria csak itt a kolloid részecskéken szóródó fény intenzitását mérjük.

- A fényszóródásra **Rayleigh-törvénye** érvényes.

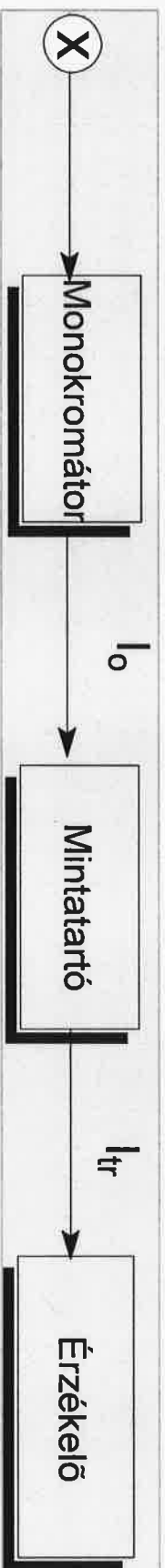
A szórt fény  $I_{sz}$  intenzitása a beeső fény sugárhoz viszonyított  $\theta$  szögben és a részecskétől  $r$  távolságba mérve:

$$I_{sz} = I_0 [(8\pi^4 \alpha^2)/(r^2 \lambda^4)] (1 + \cos^2 \theta) \cdot c$$

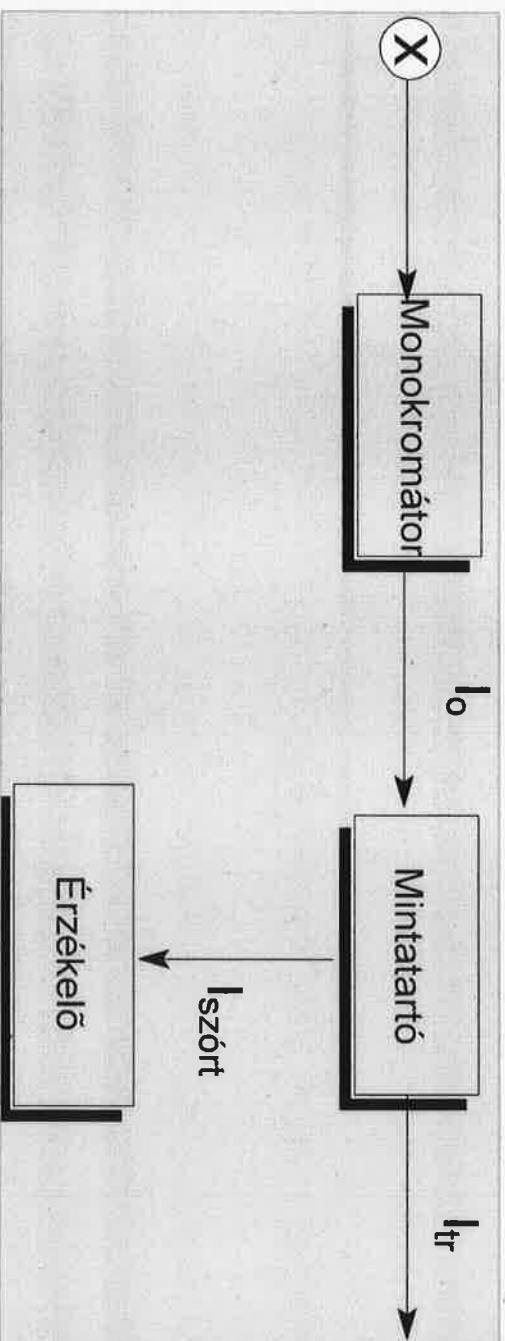
- A **kis koncentrációk tartományában** a szórt fény intenzitása a koncentráció lineáris függvénye. Nagyobb koncentrációk mérését az **interferencia** zavarja.

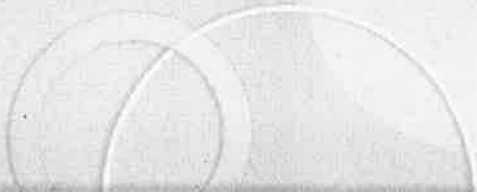
# Turbidiméter (a) és nefelométer (b)

a



b





**A turbidimetria és a nefelometria  
környezetvédelmi alkalmazásai**  
(zavarosság mérése, szulfáttartalom  
meghatározása)



## A módszerek környezetvédelmi alkalmazásai

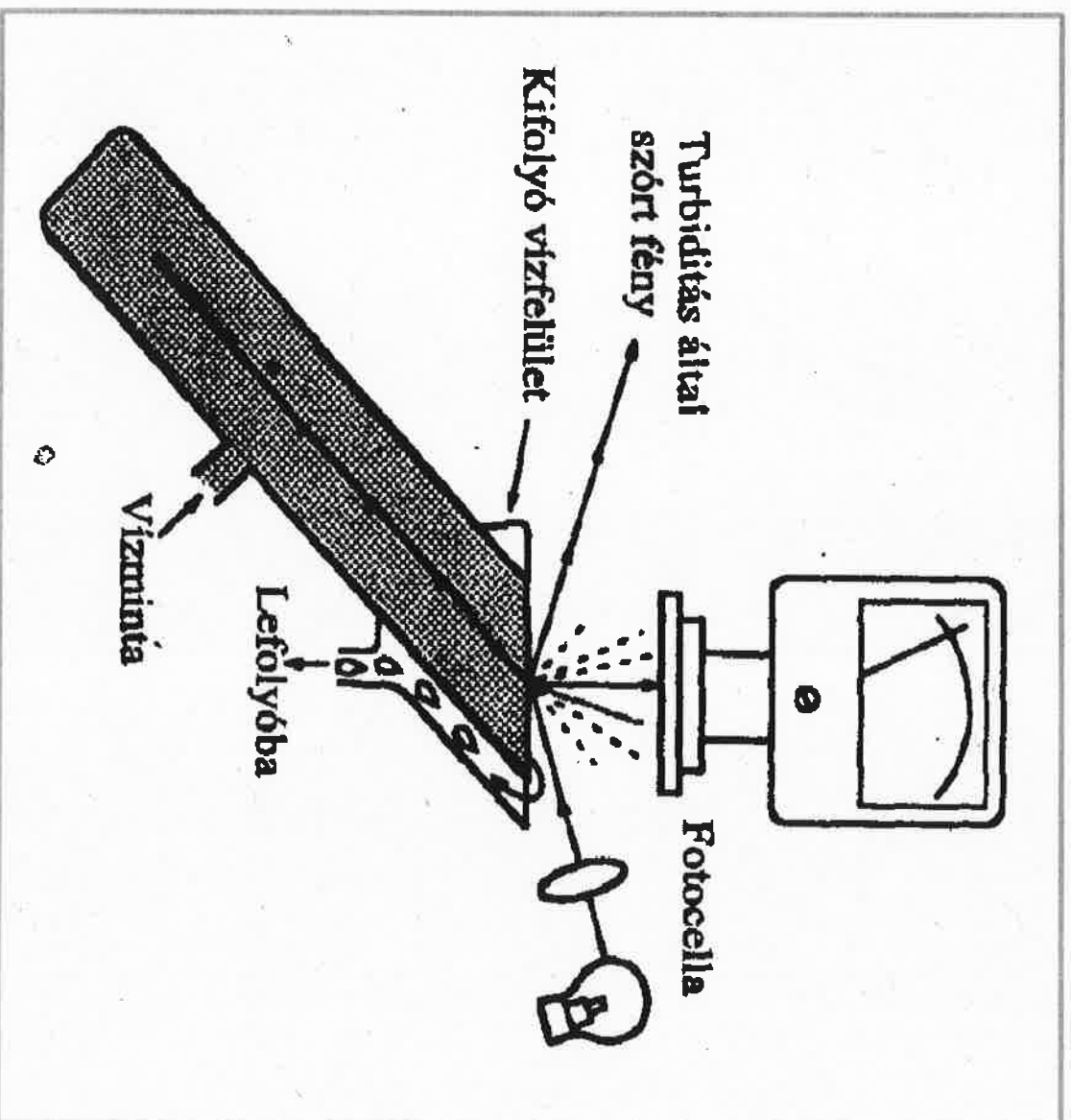
### a. Zavarosság mérése:

- Turbidimetriás és nefelometriás módszerrel határozzák meg a felszíni vizek és az ivóvizek zavarosságát.
- Ezt a zavarosságot szervesetlen és szerves eredetű oldhatatlan anyagok, kolloid méretű részecskék okozzák.
- **A felszíni vizekben** iszap, vas-hidroxid, mikroorganizmusok, planktonok, a talajvizekben főleg oldhatatlan ásványi sók fordulnak elő.

## Zavarosság mérése

- **A zavarosságot** desztillált vízben szuszpendált különböző koncentrációjú szilícium-dioxid ( $\text{SiO}_2$ ) törzsolatokkal történő összehasonlítás alapján kalibrációs módszerrel mérik.
- **A turbidimetriás mérésnél** spektrofotométereket használnak, szintelen mintáknál 670 nm hullámhossznál mérik a transzmittanciát, ill. az abszorbanciával analóg turbiditást.
- **A minta zavarosságát** a kalibrációs görbe alapján **mg/l-ben kifejezett  $\text{SiO}_2$  koncentrációval adják meg.** Zavarja a mérést, ha a minta színes.
- **Vizek** lebegőanyag-tartalmának folyamatos mérésére **a nefelometriás módszer** terjedt el. Egy erre alkalmas készülék-együttest mutat be a következő ábra.

# Folyamatos zavarosságmérő készülék vázlatos rajza



## Zavarosság mérése

- A  $45^\circ$ -os szögben elhelyezett **átfolyó követta** felső szélén folyamatosan bukik át a vízminta, amelyre ferde szögől érkezik a fényforrás fénye.
- Az érzékelő a kolloid méretű részecskék által szórt fényt méri a vízfelszínre merőleges irányban.
- A készülék kalibrációja **SiO<sub>2</sub>** szuszpenziókkal történik.

## A módszerek környezetvédelmi alkalmazásai

### b. Szulfátok meghatározása:

- szilárd anyagok (talajok, élelmiszerek, növényi részek),
  - vizek szulfáttartalmának,
  - levegő kénsvartartalmának
- meghatározására alkalmas a **bárium-szulfát okozta zavarosság mérésén alapuló turbidimetriás módszer.**
  - A megfelelően előkészített, szulfát-ionra nézve **10 mg/l-nél nem nagyobb koncentrációjú mintaoldatot** sósavval megsavanyítjuk, 20-30 tömeg % etanolt adunk hozzá, majd a szulfát-ionokat bárium-kloriddal lecsapják:



## Szulfátok meghatározása

- **A keletkező kolloid méretű csapadék sósavas-alkoholos oldatban nem koagulál, hanem finom szuszpenzióként eloszlik és annak zavarosságát okozza.**
- A zavarosság arányos a szulfát-ionok koncentrációjával, amelyet  $K_2SO_4$  vagy  $Na_2SO_4$  törzsoldatból készített kalibráló oldatsor turbiditásával összehasonlítva határozni meg.
- A mérést spektrofotométeren 670 nm hullámhossz közelében végzik.

## Fényszórás természeti jelenségek esetén

- Amikor tiszta, felhőmentes időben süt a Nap, az égboltot világoskéknek látjuk.
- Ez a szín a tiszta, szórt színeknek a keverékeként adódik. Ha a levegőben nagyon apró pl. füst-, por- stb. részecskék vannak, azokon a fény szintén "kéken" szóródik. Ezért láthatjuk például a cigaretta füstjét kékesnek.
- Ha a szórt részecskék nagyobb méretűek, a felületükről visszavert fény fehér lesz. (Ilyen például az apró vízcseppekből álló "habos", hófehér gomolyfelhő.)
- Egészen nagy részecskék már nemcsak visszaverik, hanem el is nyelik a fény jó részét. A nehéz, esetleg jeget is tartalmazó esőfelhők ezért haragos szürkék, feketék.