SZENT ISTVÁN EGYETEM

Fizika gyakorlatok,1. félév

Fizika

Fizika részterületei az 1. félévben

- Kinetika, kinematika, dinamika
- Hidrosztatika, hidrodinamika, aerosztatika
- Szilárdságtan, reológia
- Fénytan, optika, színtan

- Sűrűségmérés Bernoulli törvénye alapján
- Felületi feszültség mérése sztalagmométerrel
- Mohr-Westpal mérleg alkalmazása
- Viszkozitás mérése
- Termények szilárdságtani tulajdonságainak mérése penetrométeres eljárással
- Ömlesztett anyagok folyási tulajdonságainak mérése nyíródobozzal

- Viszkozitási együttható mérése Ostwald-Fenske viszkoziméterrel
- Oldatok összetételének meghatározása refraktométerrel
- Gyümölcsök felületi (reflexiós) színének meghatározása MOMCOLOR 100 színmérővel

http://fizika2.bc.szie.hu/hallgato

http://fizika3.bc.szie.hu/jegyzet

http://fizika2.kee.hu

ciklus	típus	Mérés témája
1.	P	Folyadék sűrűsége (areométeres mérés)
	P	Szilárd test sűrűsége (térfogat és tömeg mérése)
2.	D	Mohr-Westphal mérleg (sűrűségmérés)
	P	Felületi feszültség mérése sztalagmométerrel
3.	D	Haake rotációs viszkoziméter
	D	Höppler esőtestes viszkoziméter
	P	Ostwald-Fenske kapilláris viszkoziméter
	P	Sűrűség mérése Bernoulli törvénye alapján
4.	D	SMS Texture Expert, Texture Analyser
	D	Nyíródoboz (Jenike készülék)
	P	Kézi penetrométer, finométer (reológia)
5.	D	Hunterlab színmérő
	D	Spectralyzer infravörös elemző
	P	Refraktométer (törésmutató mérése)
	P	Színmérés (Momcolor 100)

P= publikus, D=demonstrácós mérés

Jegyzőkönyv elkészítése, hibák

- Hiányzik valamelyik rész
- A műszer téves azonosítása
- A vizsgált anyag téves megjelölése
- Illogikus okfejtés és sorrend
- Hiányos táblázat
- Számítási hiba, hiányzó végeredmény
  a celziusz fok és a kelvin tévesztése
- Nem engedélyezett mértékegység
- Ellenőrzetlen végeredmény

Jegyzőkönyv elkészítése

Fizikai mennyiségek szabályos jelölése

- Például: sebesség
- Jele $\mathbf{v}$
- Mértékegysége $[\mathbf{v}]=\mathrm{m/s}$
- Mérőszáma $\{\mathbf{v}\}=18$
- Dimenziója dim $\mathbf{v}=LT^{-1}$

Tilos a mértékegységet zárójelbe írni akár táblázatban, akár diagramon!

Mértékegységek jelölése

- http://physics.nist.gov/Pubs/SP811/sec07.html
- The numerical value can therefore be written as $\{A\} = A / [A]$, which is a convenient form for use in figures and tables. Thus, to eliminate the possibility of misunderstanding, an axis of a graph or the heading of a column of a table can be labeled “t/°C” instead of “t (°C)” or “Temperature (°C).”
- Ennél fogva, a félreértések elkerülése végett diagram tengelyfeliratául, vagy táblázatok fejlécében írjuk azt: t/°C; ahelyett, hogy „t (°C)”, vagy „hőmérséklet (°C)”

INTERNATIONAL STANDARD

ISO 80000-1

First edition
2009-11-15

Quantities and units

Grandeurs et unités

ISO 80000 consists of the following parts, under the general title *Quantities and units*:

— *Part 1: General*

— *Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology*

— *Part 3: Space and time*

— *Part 4: Mechanics*

— *Part 5: Thermodynamics*

— *Part 7: Light*

— *Part 8: Acoustics*

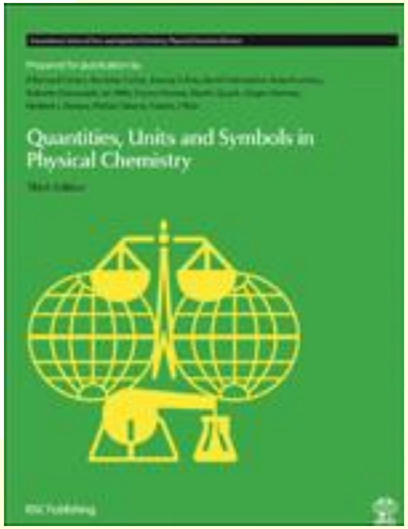
— *Part 9: Physical chemistry and molecular physics*

— *Part 10: Atomic and nuclear physics*

— *Part 11: Characteristic numbers*

— *Part 12: Solid state physics*

IUPAC
Green Book



Jellegzetes hibák az első méréseknél

- Felhasznált eszközök (pl. melyik mérleg, melyik mérőhenger)

$$\bar{x} \pm \sigma_x$$

- Eredmény SI mértékegységrendszerben
- Átlag és szórás a tömeg, térfogat, sűrűség adatokra
- A szórás és az átlag szórása
- Hibaterjedés számítása (a sűrűség hibájának becslése)
- Annak ellenőrzése, hogy a répa elsüllyedt-e , vagy úszott (reláció)
- Az eredmény átlaga és szórása utolsó számjegyének azonos helyi értéken kell állnia.
- A mérési bizonytalanság jelölése a szokásos módon
- Az eredmény kritikai értékelése (hihetősége)

Jellegzetes hibák az első méréseknél

- Felhasznált eszközök listája (areométerek azonosítása)
- A vizsgált folyadék azonosítója (az ABC betűivel jelöltük)
- Ismeretlen oldat összetételi aránya számítással és az ábráról is
- Eredmény SI mértékegységrendszerben
- kg/kg, kg/m3 és mol/m3 átszámítás, értelem szerint
- Szabályos, jól értelmezhető ábra (grafikon)
- Lineáris regresszió számítása (némi részletezéssel)
- A regressziós együttható és a szórás mértékegysége
- A regresszió eredményének összehasonlítása az ábrával
- Regressziónál nem szabad átlagot és szórást számítani

Az oldatok összetételét sóoldatokon gyakoroljuk

Összetétel: a vizsgálni kívánt komponens (értékes komponens) mennyiségét *elosztjuk* az egész elegy (oldat) mennyiségével

A mennyiség mérhető a komponens

- tömegével, kg
- térfogatával, m^3
- anyagmennyiségével, mol
- darabszámával, db

A gyakoribb összetétel mérő mennyiségek:

- tömegtört
- térfogattört
- anyagmennyiség-koncentráció

✓ Sűrűség: a komponens tömege osztva ***a komponens*** térfogatával, kg/m^3

✓ Tömegkoncentráció: a komponens tömege osztva ***az egész elegy*** térfogatával, kg/m^3

Hogy is van ez?

$$\frac{300\text{kg}}{1\text{m}^3}=\frac{0{,}3\text{kg}}{1\text{l}}=\frac{0{,}3\text{kg}}{1000\text{ml}}=\frac{300\text{g}}{1000\text{ml}}=\frac{30\text{g}}{100\text{ml}}$$

Az nem baj, hogy „háromszáz kg/m^3” helyett azt mondják, hogy „harminc százalék”. A baj az, hogy ugyanezt mondják a tömegtört esetén is!

$$\frac{300\text{kg}}{1000\text{kg}}=\frac{0{,}3\text{kg}}{1\text{kg}}=\frac{0{,}3\text{kg}}{1000\text{g}}=\frac{300\text{g}}{1000\text{g}}=\frac{30\text{g}}{100\text{g}}$$

Végezzük el az átszámításokat a sóoldat méréséhez használt mintáknál!

Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal (az OMH utóda)

A térfogat- és sűrűségmérések szolgáltatásai és legjobb mérési képességei (CMC)

Sorszám	Megnevezés	Mérési tartomány	Mérési bizonytalanság (*k* = 2)	Megjegyzés
1.	folyadék sűrűség	(650 … 1100) kg/m³ (650 … 1100) kg/m³ (650 … 1100) kg/m³ (650 … 1100) kg/m³ (1100 … 2500) kg/m³	0,005 kg/m³ 0,007 kg/m³ 0,01 kg/m³ 0,01 kg/m³ 0,02 kg/m³	(15…30) °C; < 1100 mPa·s (30…40) °C; < 1100 mPa·s (40…70) °C; < 1100 mPa·s (15…70) °C; < 3000 mPa·s (5…40) °C; < 1100 mPa·s
2.	szilárd test térfogat (golyó)	(50 … 450) cm³	(0,4 … 2) mm³	20 °C
3.	súly térfogat	(0,1 … 130) cm³ (250 … 2500) cm³	(0,0004…0,0015) cm³ 0,09 cm³	
4.	lab. rezgőcsöves sűrűségmérő	(600 … 2000) kg/m³	(0,005 … 1) kg/m³	
5.	ipari rezgőcsöves sűrűségmérő	(600 … 2000) kg/m³	0,1 kg/m³	
6.	areométer	(600 … 2000) kg/m³	(0,015 … 0,05) kg/m³	20 °C
7.	piknométer	(25 … 100) cm³	0,0016 cm³	
8.	mérőlombik	(5 … 5000) cm³	(0,01 … 0,2) cm³	
9.	mérőhenger	(5 … 2000) cm³	(0,02 … 4) cm³	
10.	pipetta	(1 … 100) cm³	(0,003 … 0,08) cm³	
11.	büretta	(1 … 50) cm³	(0,005 … 0,02) cm³	
12.	normáledény	(20 … 2000) liter	(0,02 … 0,05)%	
13.	tároló tartály	(1 … 80000) m³	(0,5 … 1)%	
14.	tartályszintmérő tartályszintmérő szonda	(0 … 27) m (1 … 3) m	1 mm	

MKEH

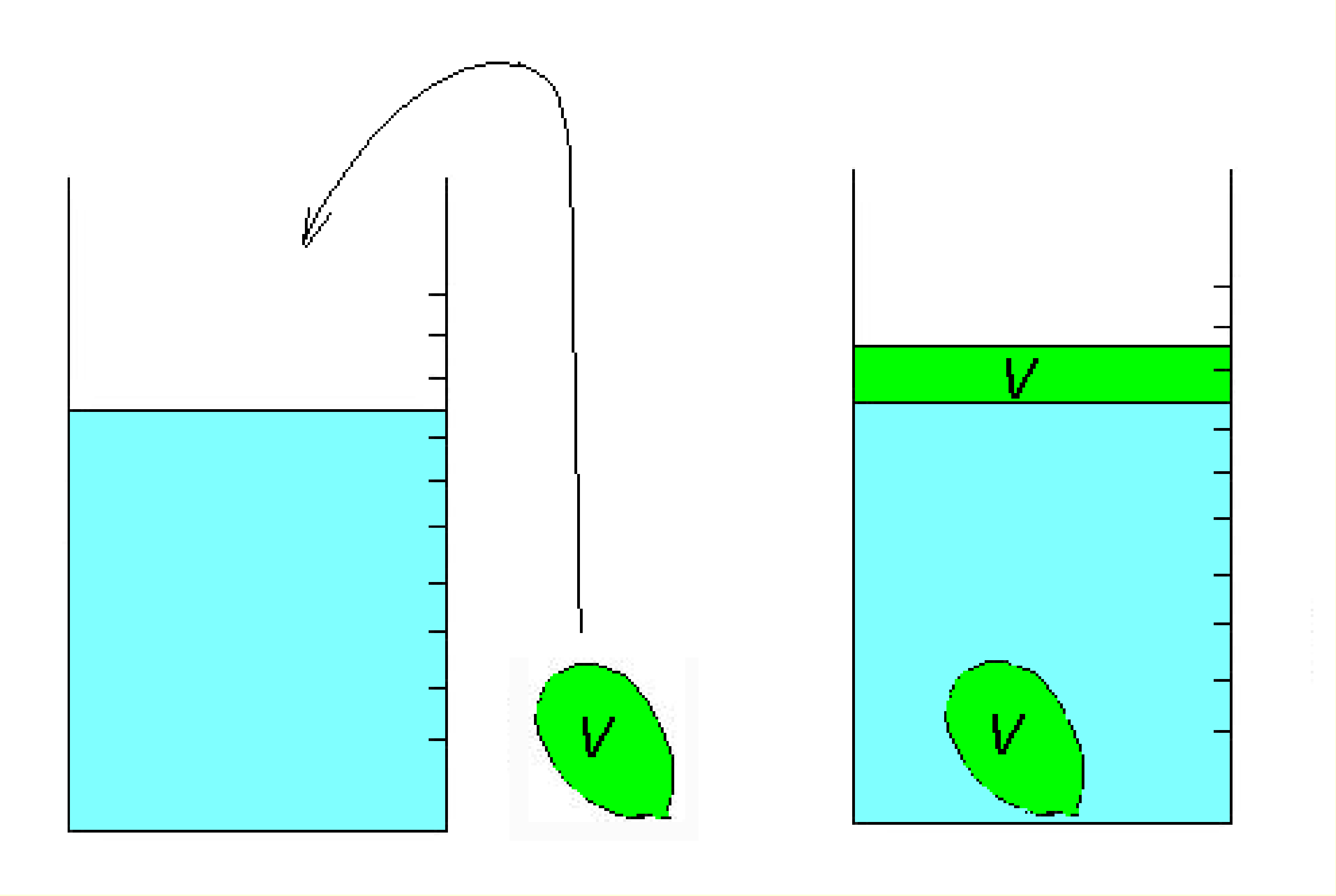
A térfogat- és sűrűségmérések szolgáltatá

Sorszám	Megnevezés	Mérési tartomány
1.	folyadék sűrűség	(650 … 1100) kg/m^3 (650 … 1100) kg/m^3 (650 … 1100) kg/m^3 (650 … 1100) kg/m^3 (1100 … 2500) kg/m^3
2.	szilárd test térfogat (golyó)	(50 … 450) cm^3
3.	súly térfogat	(0,1 … 130) cm^3 (250 … 2500) cm^3
4.	lab. rezgőcsöves sűrűségmérő	(600 … 2000) kg/m^3
5.	ipari rezgőcsöves sűrűségmérő	(600 … 2000) kg/m^3
6.	areométer	(600 … 2000) kg/m^3
7.	piknométer	(25 … 100) cm^3

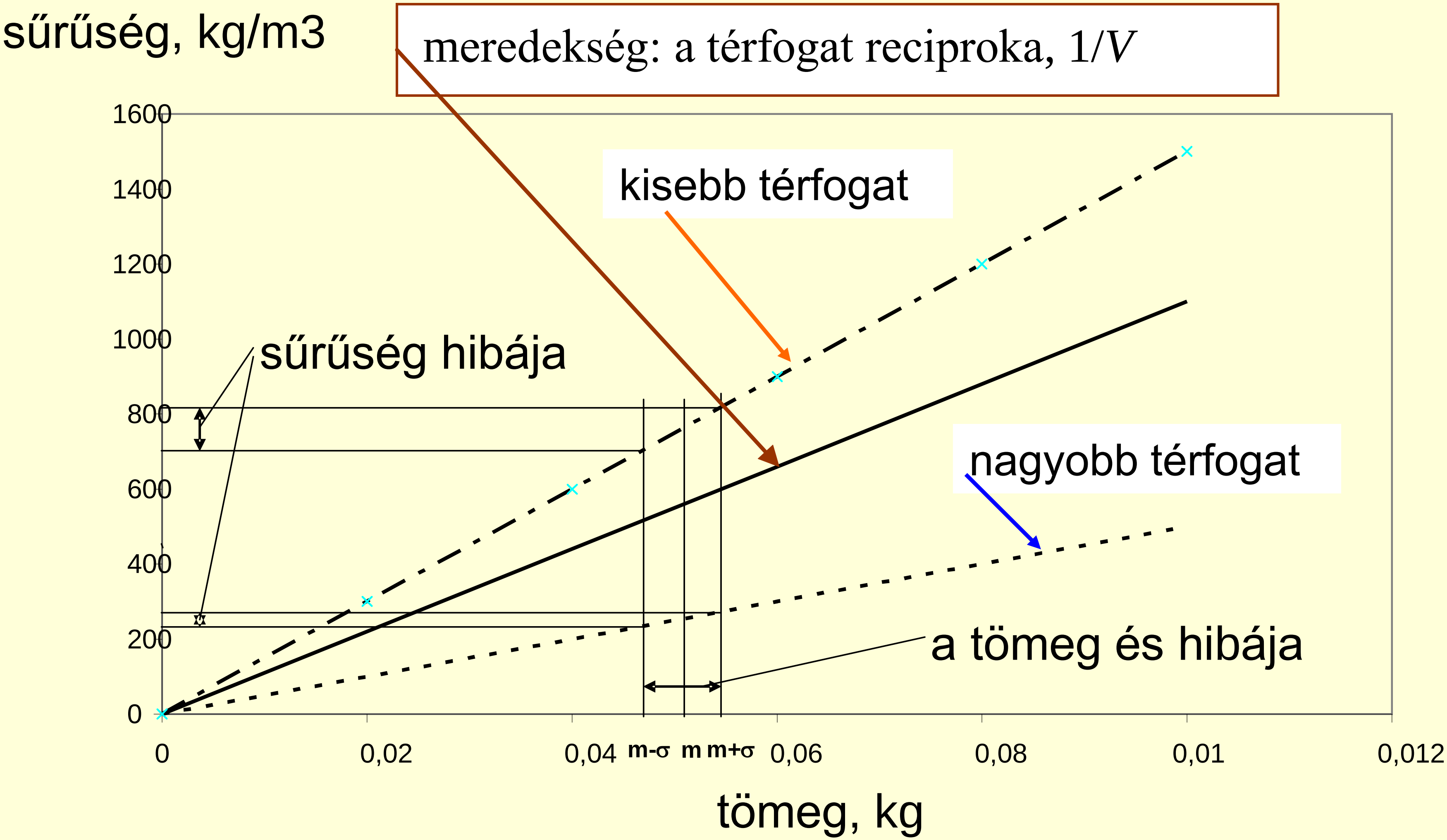
Szilárd anyag sűrűségének mérése

- Mérőpohárba, mérőhengerbe közepes magasságig vizet töltünk (sűrűségét a hőmérséklete alapján tudjuk)
- Megmérjük a mérendő test tömegét
- Belemerítjük a mérendő testet (burgonya, répa, alma)
- Leolvassuk a kiszorított víz térfogatát
- Sűrűség: a tömeg és a térfogat hányadosa

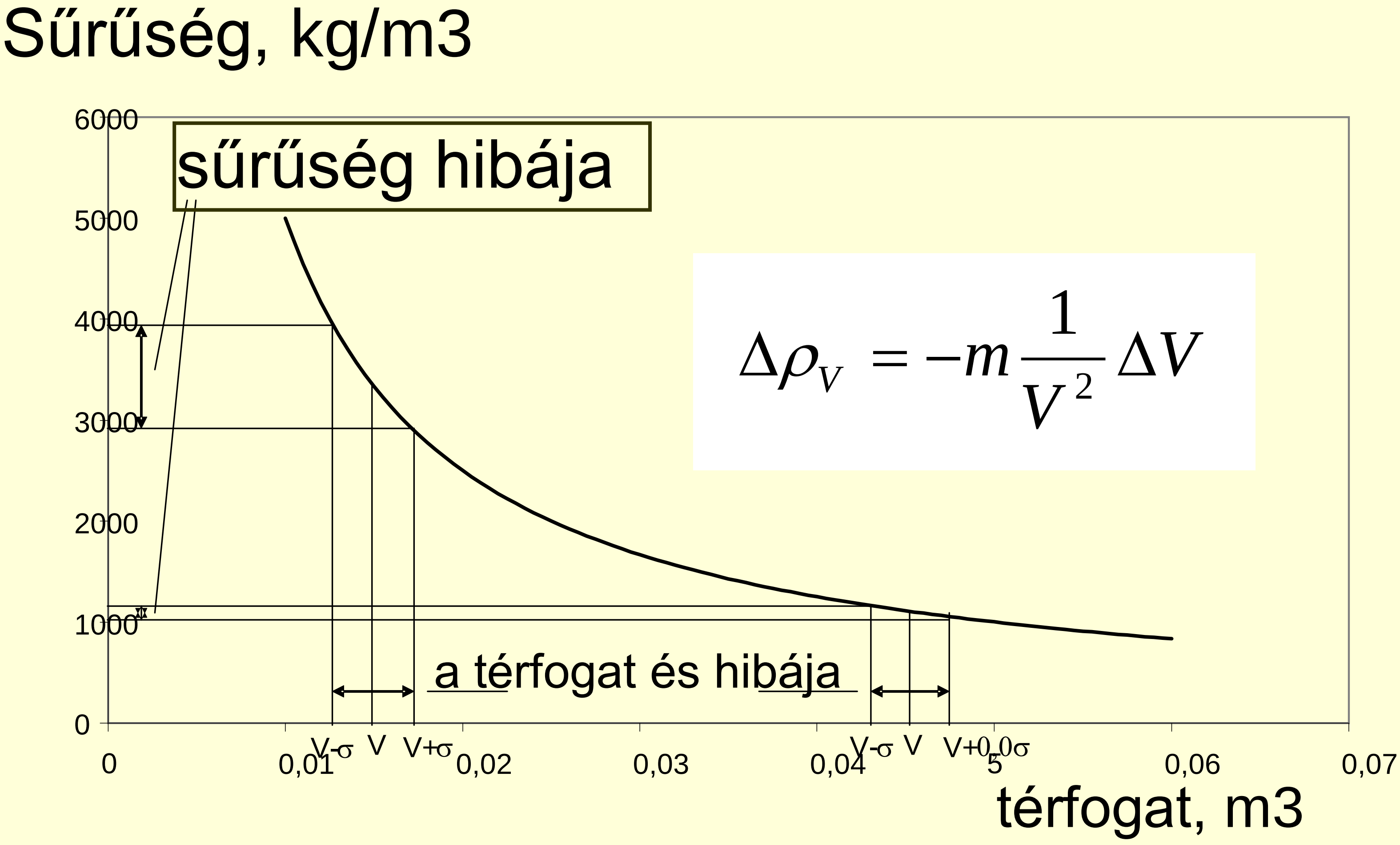
Szilárd anyag sűrűségének mérése



Szilárd anyag sűrűségének mérése



Szilárd anyag sűrűségének mérése



$$\Delta\rho_V = -m\frac{1}{V^2}\Delta V$$

Szóhasználat

Valódi érték, Mért érték

Hiba (átlag – mért érték) *kivonás*

Számtani középarányos (átlag)

Helyes érték (általában az átlag)

Az adatok szóródása

A szórás alapján a mérési bizonytalanság becslése (választhatjuk szigorú, vagy engedékeny értékűre)

Szóhasználat

- Részletesebben: szervereinkről a VIM, GUM és a „mat_stat” anyagok

Vocabulaire Internationale de Métrologie

- Például: az m_i tömegmérések szórása:

$$\rho_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \left(m_i - \overline{m}\right)^2}{n-1}}$$

Szilárd anyag sűrűségének mérése

A hibaterjedés számítása parciális deriváltakkal

- Δ a mérési bizonytalanság a ρ sűrűségre, *m* tömegre és *V* térfogatra (szórásból)
- *m* a tömegmérések átlaga
- *V* a térfogatmérések átlaga

$$\boxed{\Delta\rho = \sqrt{\left(\frac{1}{V}\right)^2 \Delta m^2 + \left(-m\frac{1}{V^2}\right)^2 \Delta V^2}}$$

Szilárd anyag sűrűségének mérése

A hibaterjedés számítása relatív szórásokkal

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2}$$

A tömeg és a térfogat szórásának **egyetlen adat** ismételt méréséből kell származnia

A számítás eredménye a sűrűség mérési bizonytalansága

A hétköznapi életben e két mennyiséget hibának nevezik, pedig annak csak becslése

Szilárd anyag sűrűségének mérése

Problémák:

A műszereink felbontóképessége kicsi, ezért valamennyi adat azonos, nem lehet szórást számítani

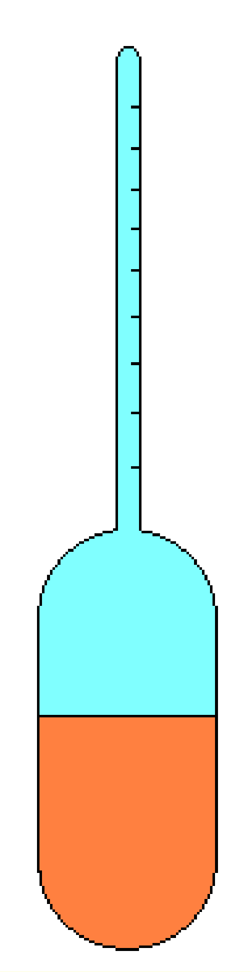
$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V}{V}\right)^2}$$

Helyettesítő megoldás:

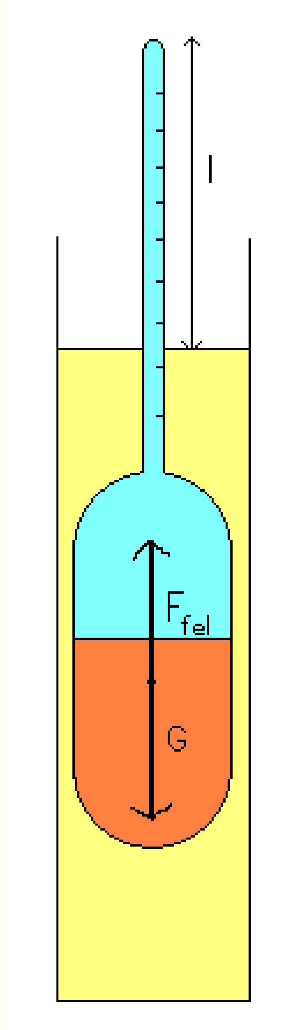
A szórás helyébe írjuk be a műszerek felbontóképességét (a mérleg például 0,1g felbontóképességű)

A helyettesítő megoldás nem a mérés, hanem a műszerek alkalmasságát írja le

Folyadékok sűrűségének meghatározása



Mérés areométerrel: a kiszorított folyadék térfogatával arányos felhajtóerő mérésével



Mohr–Westfal mérleg

- A Mohr-Westphal mérleg egyik karja a skála nullpontjára mutat. Másik karján üvegtest függ, amelyen a folyadék a sűrűségével arányos felhajtóerőt termel. Ezt mérlegsúlyokkal egyenlítjük ki, amelyeket formájuk miatt lovasoknak nevezünk. Sorrendben:

tömege	neve	helyettesítő
0,1 g	1	10
1g	10	100
10g	100	1000

A Mohr-Westphal mérleg karján beosztások vannak 1-től 9-ig. A 10-es beosztás az a hely, ahova az üvegtestet felfüggesztettük. Ha tehát van egy 1000-es lovas az 1-es helyen és a 10-es helyen is (ez a mérlegkar vége), az összesen 1100 kg/m^3-nek felel meg.

Mohr-Westphal mérleg elve

Példa: lovast helyeztünk el

- 1,0 **L** a kar végénél
- 0,1 **L** a 0,3 beosztásnál
- 0,01 **L** a 0,8 beosztásnál
- 0,001 **L** a 0,5 beosztásnál
- A forgatónyomaték az **L** lovasok és az **l** karhosszak szorzatából számítható:

$$F_{felfolyadék} l = Ll + 0.1L0.3l + 0.01L0.8l + 0.001L0.5l$$

Sóoldatok összetételének meghatározása

Összetétel: a vizsgálni kívánt komponens (értékes komponens) mennyiségét *elosztjuk* az egész elegy (oldat) mennyiségével

A mennyiség mérhető a komponens

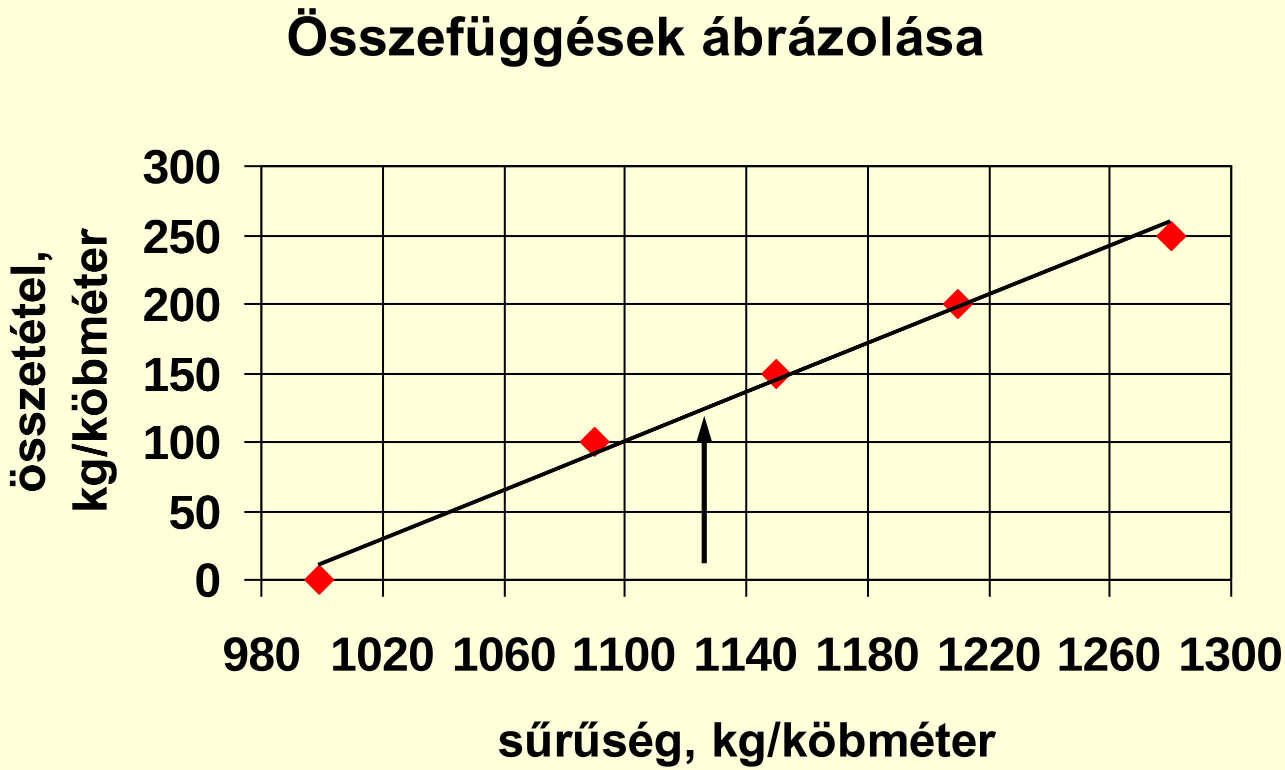
- tömegével, kg
- térfogatával, m^3
- anyagmennyiségével, mol
- darabszámával, db

A gyakoribb összetétel mérő mennyiségek:

- tömegtört
- térfogattört
- anyagmennyiség-koncentráció

✓Sűrűség: a komponens tömege osztva **a saját térfogatával** , kg/m3

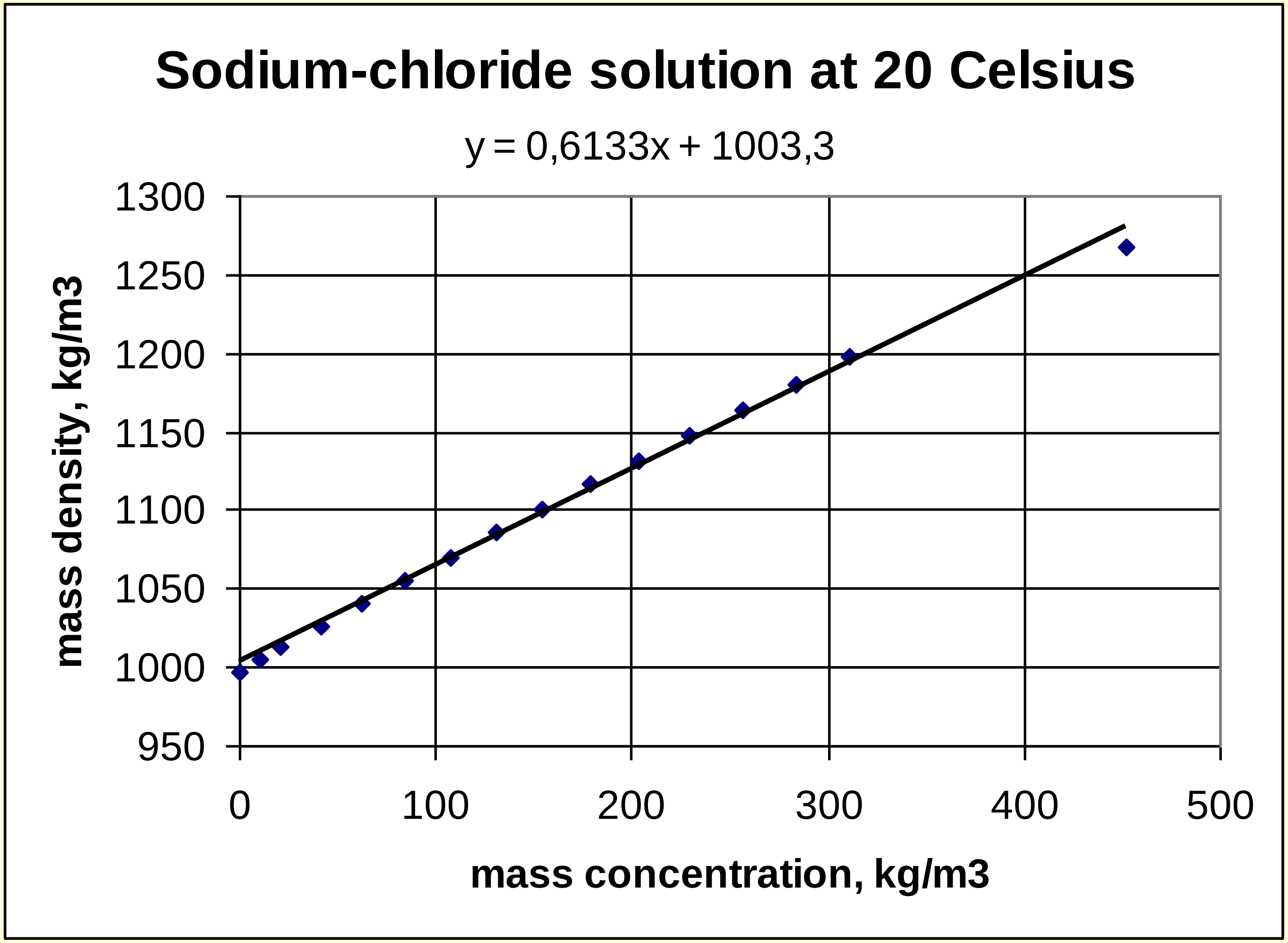
✓Tömegkoncentráció: a komponens tömege osztva ***az egész elegy*** térfogatával, kg/m^3



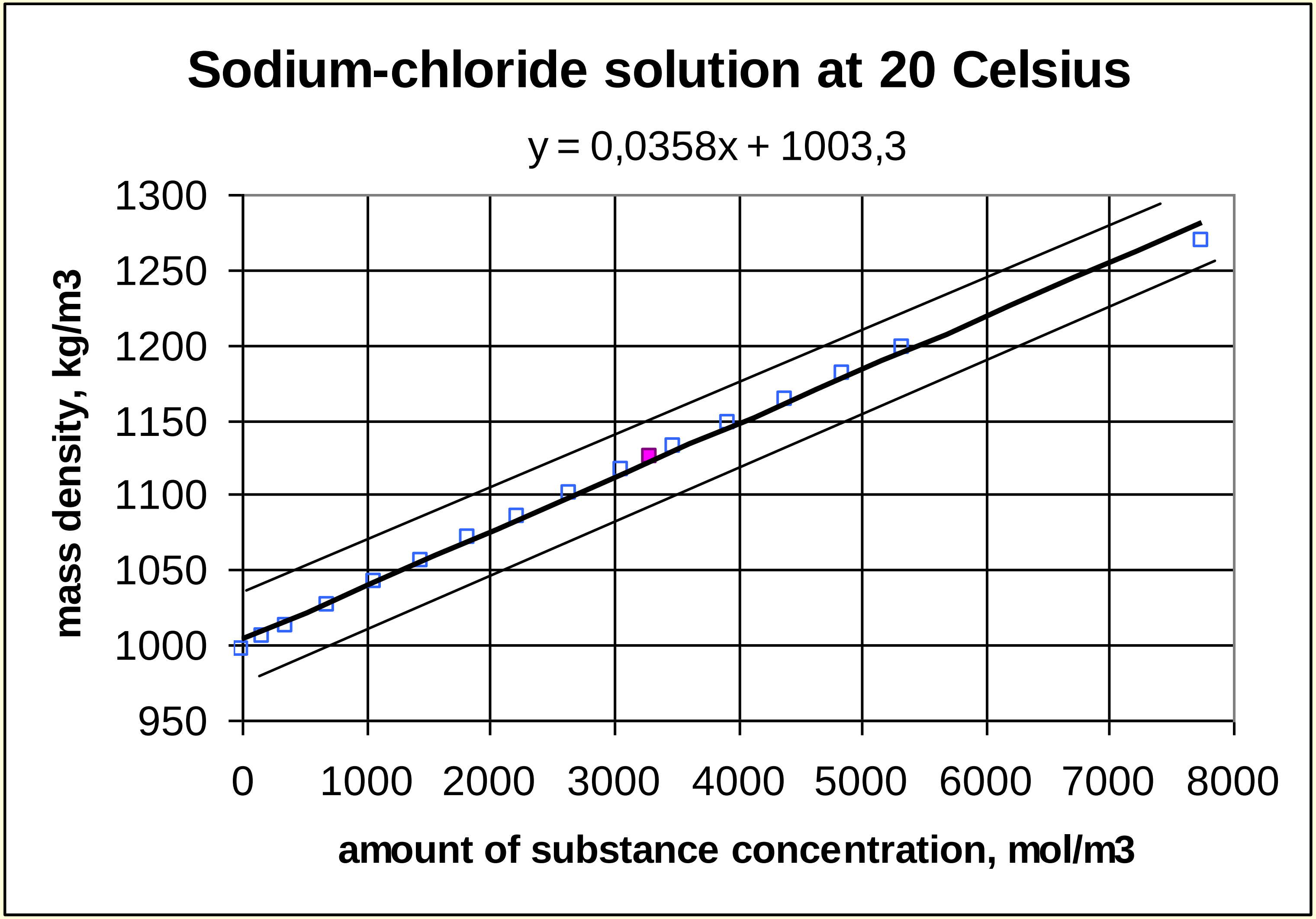
Az összetételi arány tizedrészét (hibásan) százalék mértékegység-ként jelölik

Ennek ismeretében, – megmérve az ismeretlen közeg sűrűségét, – az ábráról leolvassuk az összetételi arány értékét. Az oldatok összetételi arányát esetleg kg/kg-ban mérjük (tömegtört)!

Sóoldatok összetételének meghatározása



Sóoldatok összetételének meghatározása



Bernoulli kísérlet

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + p_1\frac{m}{\rho} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 + p_2\frac{m}{\rho}$$

Nyomás mértékegységű alakban:

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_2$$

Oszlopmagasság mértékegységben:

$$\frac{1}{2}\frac{v_1^2}{g} + h_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \frac{1}{2}\frac{v_2^2}{g} + h_2 + \frac{p_2}{\rho g}$$

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + p_1\frac{m}{\rho} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 + p_2\frac{m}{\rho}$$

Ha nyomás mértékegységhez kívánunk jutni, el kell távolítanunk a harmadik tag együtthatóját.

$$m = \rho V \qquad \rho = \frac{m}{V} \qquad V = \frac{m}{\rho}$$

Megoldás: a jobboldalt látható képlet értelmében a térfogattal való osztás. Ennek fizikai jelentése: az energia helyett most a térfogati energiát számítjuk ki.

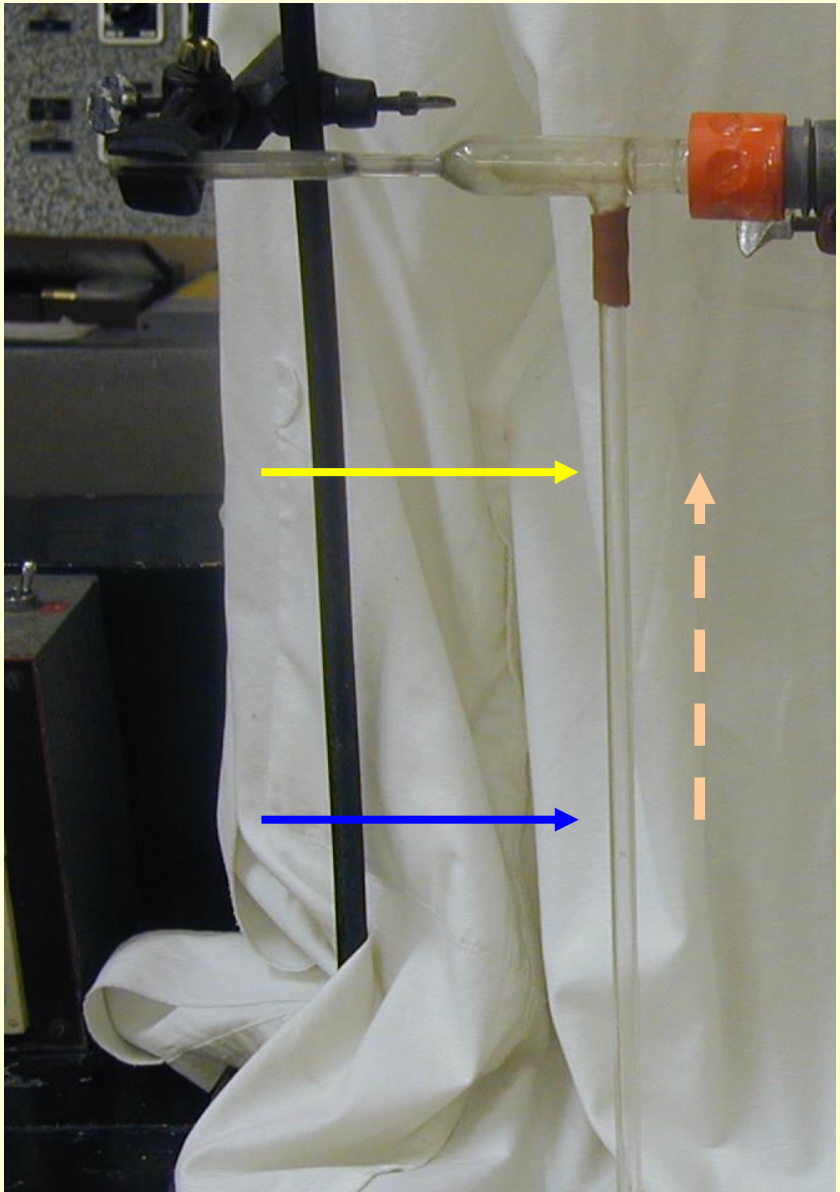
Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 + p_1\frac{m}{\rho} = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2 + p_2\frac{m}{\rho}$$

Ha az oszlopmagasság mértékegységéhez kívánunk jutni, el kell távolítanunk a második tag együtthatóját.

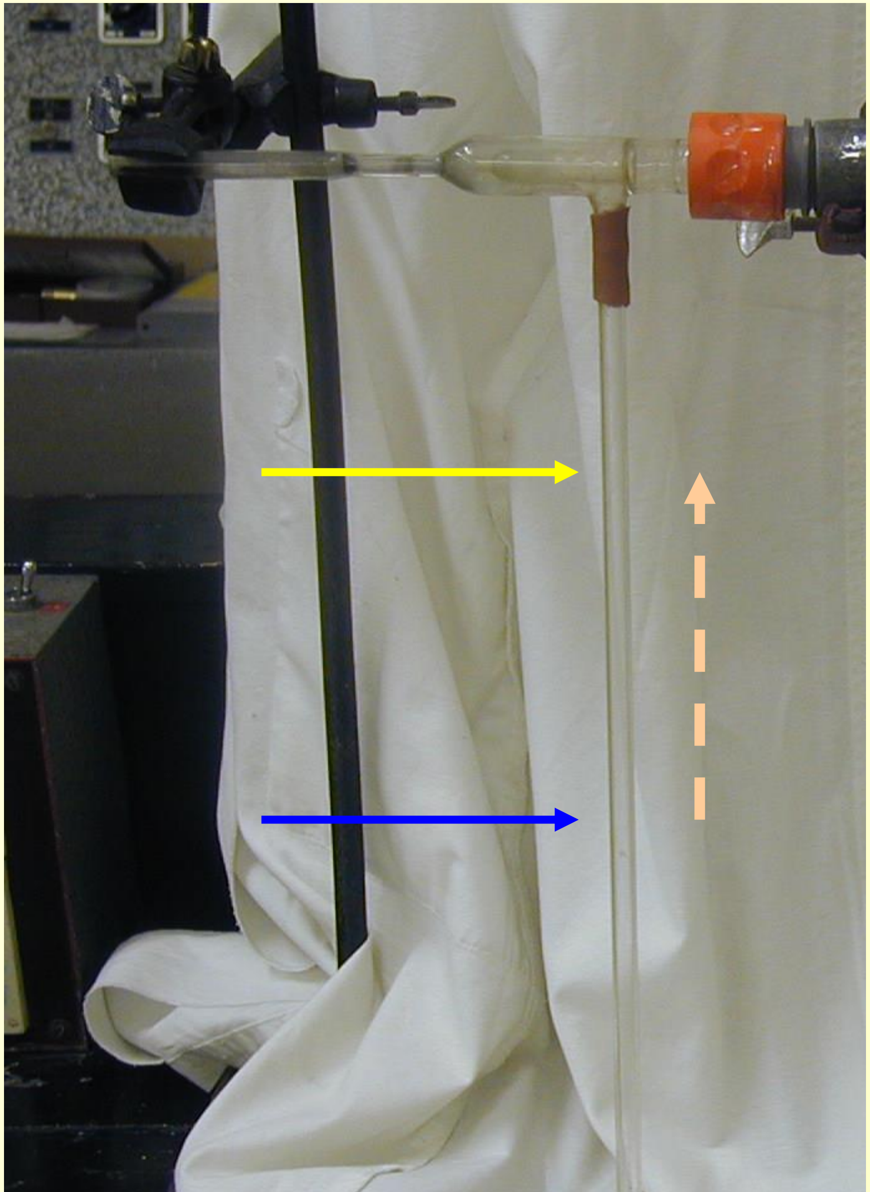
Megoldás: az $m \cdot g$ szorzattal végigosztjuk az egyenletet. Ennek fizikai jelentése: az energia helyett most a súly szerinti energiát számítjuk ki.

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli



A gumigyűrűvel illesztett függőleges üvegcső a mérendő folyadékkal telt edénybe merül. Az edény külső felszínén az atmoszférikus nyomás uralkodik. A cső belsejében alacsonyabb a nyomás, ezért belül a folyadékoszlop felemelkedik. Megmérjük, milyen magasra.

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli



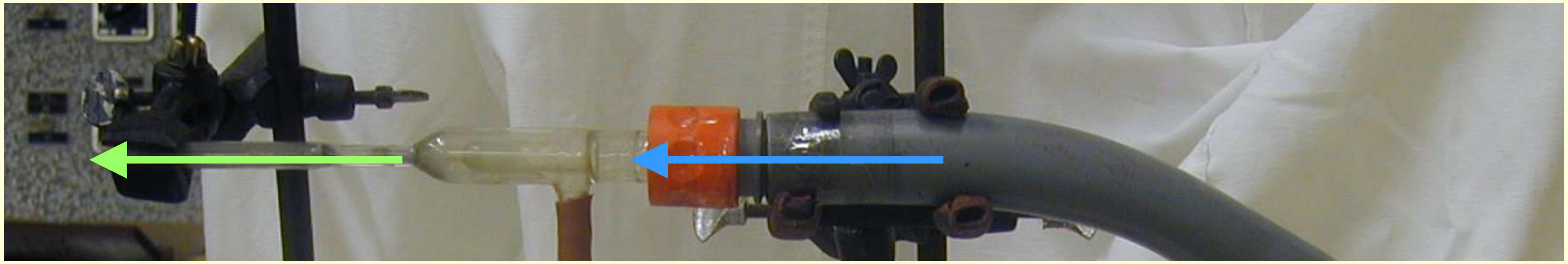
A cső belsejében alacsonyabb a nyomás, ezért belül a folyadékoszlop felemelkedik. Ehhez a Bernoulli-egyenlet egyszerűsített változatát használjuk. A csőben áramlás nincs, a dinamikus tagot elhagyjuk. Marad a

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_2$$

$$\rho g h_1 - \rho g h_2 = p_2 - p_1$$

szintkülönbség és a nyomáskülönbség

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli



A sugárszivattyú keverőtere vízszintes, ezért a szintmagasságra vonatkozó tagok az egyenletből kiesnek. A levegő áramlási (dinamikus) energiája egyensúlyt tart a felszállócsőben uralkodó nyomással (ahol az áramlási sebesség zérus), ezért azt elhagyjuk. Ezáltal a Bernoulli-egyenlet egyszerűsödik

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 + p_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 + p_2$$

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 - p_1 \longrightarrow v^2 = 2\,\frac{p_2 - p_1}{\rho}$$

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli

Ismerve a folyadékoszlop felemelkedését, kiszámítjuk a cső belsejében uralkodó nyomást, és a nyomáskülönbséget

$$\rho g h_1 - \rho g h_2 = p_2 - p_1$$

$$p_2 - p_1 = \rho \cdot g\left(h_1 - h_2\right)$$

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

Például Δh=0,092 m, akkor

$$\Delta p = 998\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}\,9{,}80665\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,0{,}092\mathrm{m} = 900{,}407\mathrm{Pa}$$

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli

Ismerve a folyadékoszlop felemelkedését, kiszámítjuk a cső belsejében uralkodó nyomást, és a nyomáskülönbséget

$$\rho g h_1 - \rho g h_2 = p_2 - p_1$$

$$p_2 - p_1 = \rho \cdot g\left(h_1 - h_2\right) \qquad p_1 = p_2 - \rho \cdot g \cdot \Delta h$$

Például Δh=0,092 m és a barométerről leolvasott légköri nyomás 101000 Pa, akkor

$$p_1 = p_2 - \rho \cdot g \cdot \Delta h = 101000\,\mathrm{Pa} - 998\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 9{,}80665\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}092\,\mathrm{m} = 100099{,}6\,\mathrm{Pa}$$

Tehát a cső belsejében 100099,6 Pa nyomás uralkodik

Daniel Bernoulli, Johannes Bernoulli

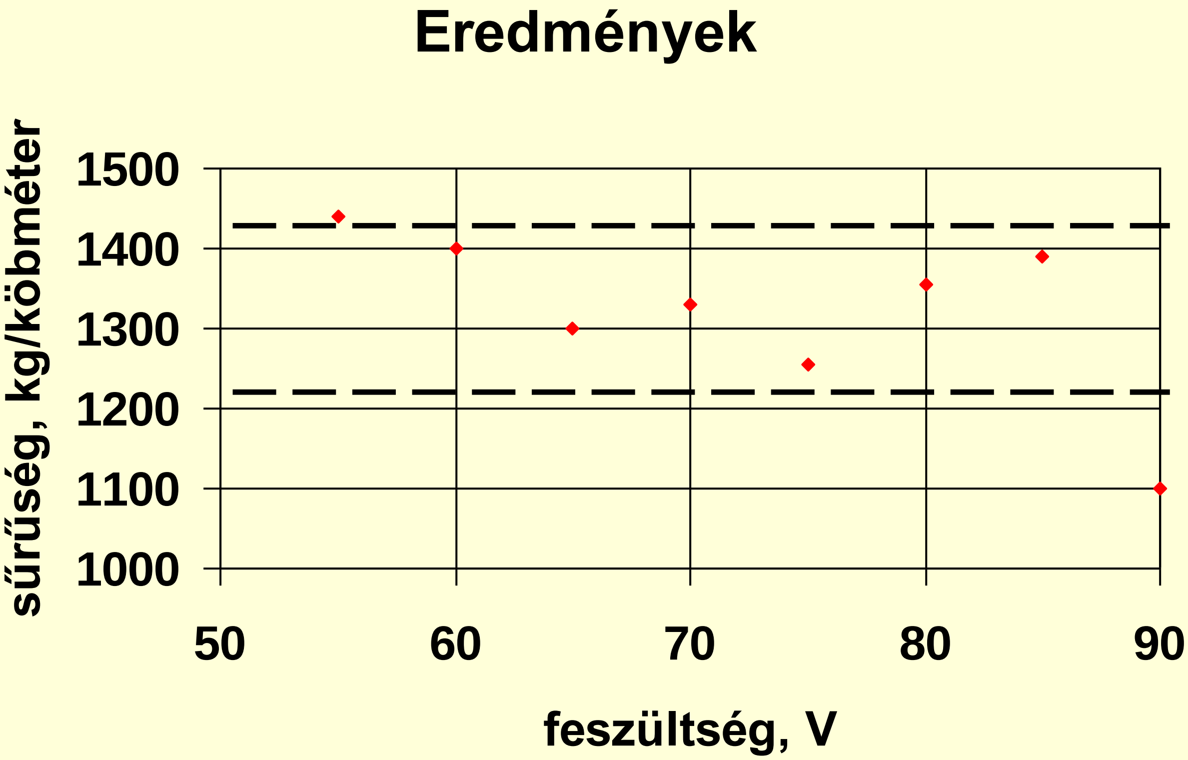
Helyettesítsük most az ismert folyadékot a másik, mérendő folyadékkal! Állítsunk be azonos feszültséget! Ennek következtében azonos lesz a légáramlás sebessége a sugárszivattyúban, és a nyomáskülönbség is a felszállócsőben. A folyadék felemelkedése azonban más, hiszen ennek a folyadéknak más a sűrűsége.

$$\Delta p = \rho \cdot g \cdot \Delta h \qquad \rho = \frac{\Delta p}{g \cdot \Delta h}$$

Például Δh=0,0833 m, akkor az ismeretlen folyadék sűrűsége

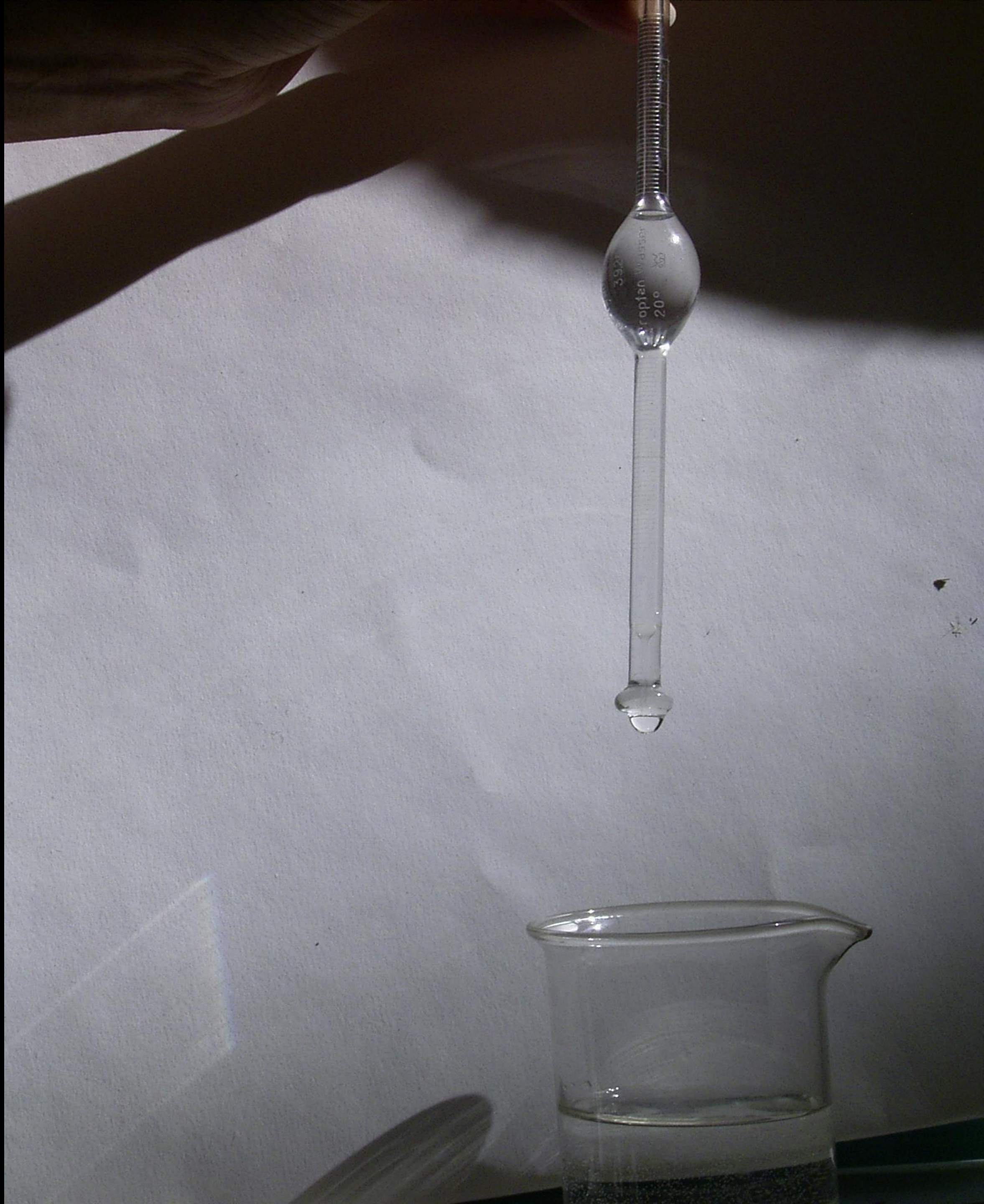
$$\rho = \frac{\Delta p}{g \cdot \Delta h} = \frac{900{,}407\,\mathrm{Pa}}{9{,}80665\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 0{,}0833\,\mathrm{m}} = 1102{,}2\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$$

Folyadék sűrűségének mérése



A mért folyadék sűrűsége nem függhet a mérőfeszültségtől. Ezért az átlag felett és alatt a szórás értékével változtatott értékek között van a sűrűség becsült értéke

Sztalagmométer



- Sztalagmométer adatainak értelmezése

$$2r\pi\gamma = \frac{V\rho}{n} g$$

r a csepp sugara

γ a felületi feszültség

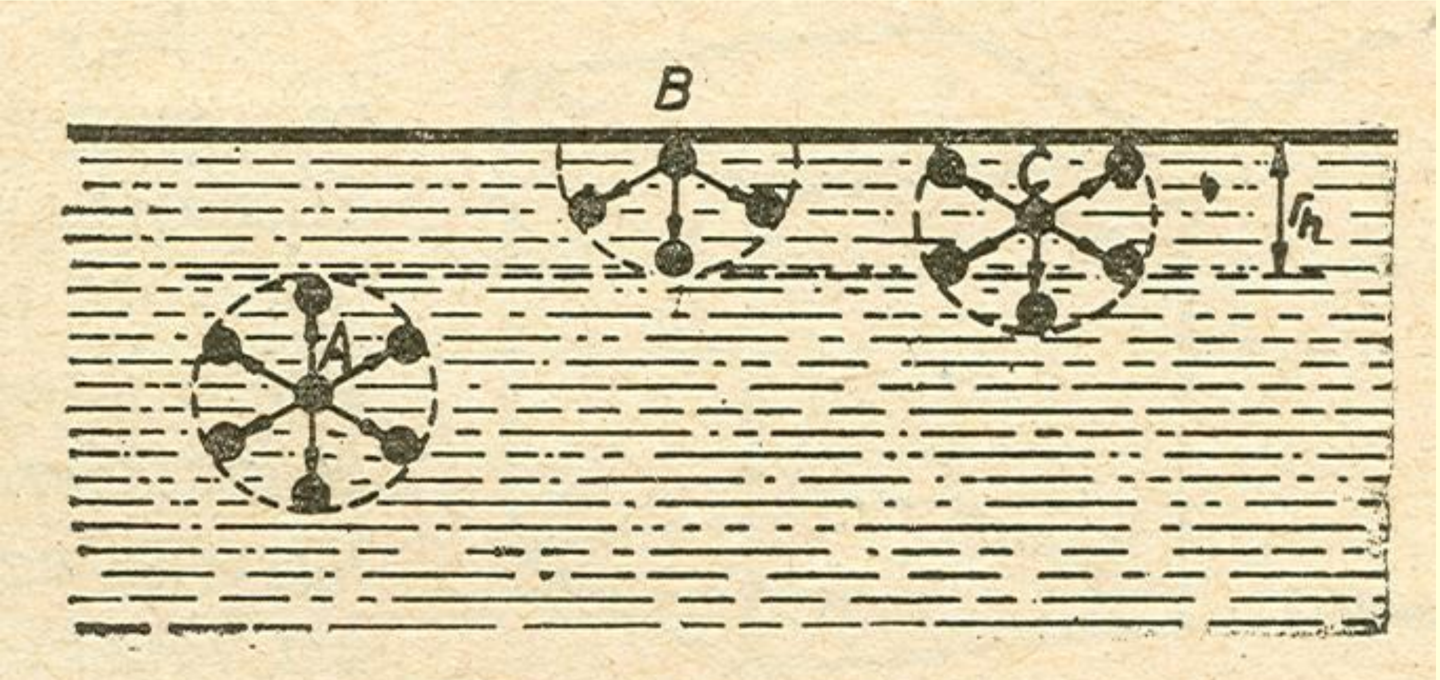
V a csepp térfogata

ρ a sűrűség

n a cseppek száma

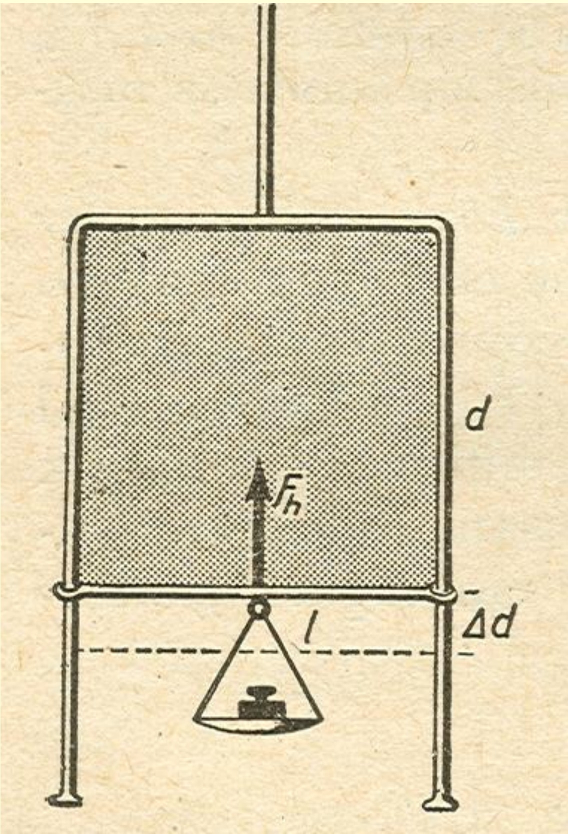
g a nehézségi gyorsulás

Felületi feszültség
Surface tension



A molekuláris erők a felszínen nem egyenlítődnek ki

Felületi feszültség

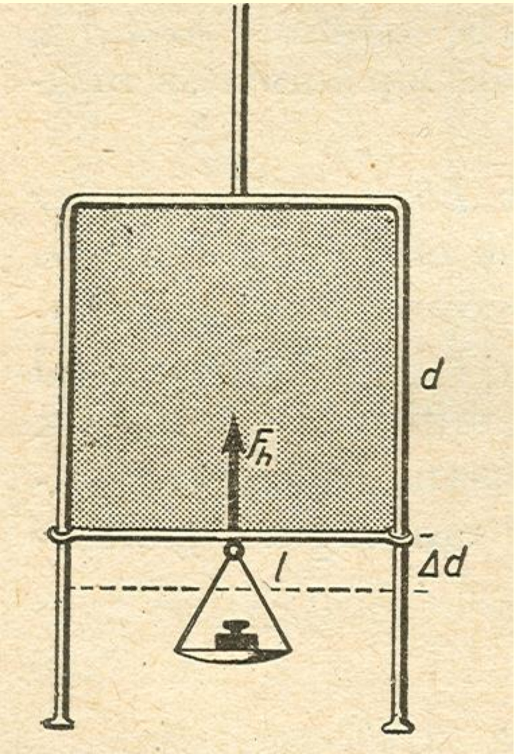


Georg Hermann Quincke

1834 XI 19 Frankfurt an der Oder

1925 I 13   Heidelberg

Felületi feszültség felületi specifikus energia



$F=2\gamma l$

$W=\gamma l\Delta d$

$W=\gamma\Delta A$

víznél a felületi feszültség kb. 0,08 N/m

F erő, γ felületi feszültség, *W* felületi specifikus energia, Δd elmozdulás, *l* vonal-elem

- A mérést egy ismert felületi feszültségű közeggel kezdjük (csapvíz), majd ***azonos*** feltételekkel megmérünk egy ismeretlen felületi feszültségű anyagot is (összehasonlító mérés)
- A sztalagmométeren a felső jel és az alsó jel közelében apró beosztások vannak. A mérés megkezdése előtt számláljuk meg, hány osztást mozdult el a folyadékfelszín egyetlen csepp lecseppenésekor (törtcseppszám)
- Meg kell figyelni, hogy pl. az első csepp lecseppenésekor hány osztással volt feljebb, vagy lejjebb a folyadékfelszín

A tényleges mérésnél a cseppszámot korrigálni kell a törtcseppszám értékével; az ismert és az ismeretlen folyadéknál is. Ezért a cseppszám nem egész, hanem tizedestört. Az eredmény:

$$\gamma_x = \gamma_i \frac{n_i}{n_x} \frac{\rho_x}{\rho_i}$$

Itt x az ismeretlent, i az ismertet jelenti

A felületi feszültség függése a hőmérséklettől

A hőmérsékletfüggést az Eötvös Loránd-féle képlettel egy hőmérséklet értékre ellenőrizni kell

$$\boxed{\gamma V_m^{2/3} = k\left(T_c - T - 6\right)}$$

V_m a *folyadék* moláris térfogata, m^3/mol

*T*c kritikus hőmérséklet, K

k Eötvös-állandó, $2 \cdot 10^{-7}$ J/(K mol$^{2/3}$)

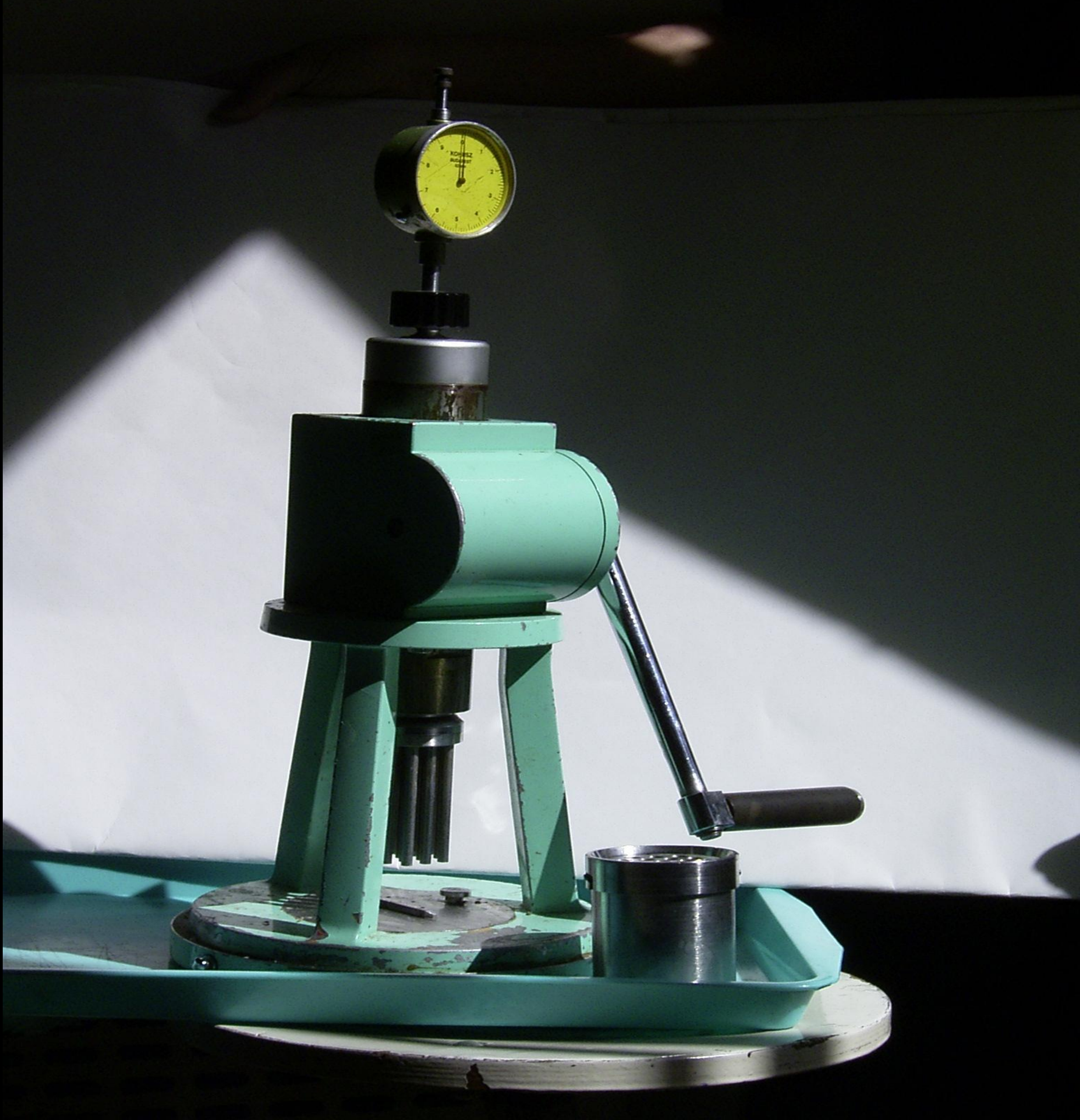
További mérések

- A továbbiak ismertetése internetes szervereinken megtalálható:
- Laboratóriumi mérések (jegyzet)
- Fizika gyakorlatok 2016 évi szövege (ez a bemutató annak rövidített változata)

Az oktatási anyagaink pdf formátumúak, Adobe Acrobat Reader használatát feltételezzük

Fructométer

finométer



Jelölési hibák a kézi penetrométeren:

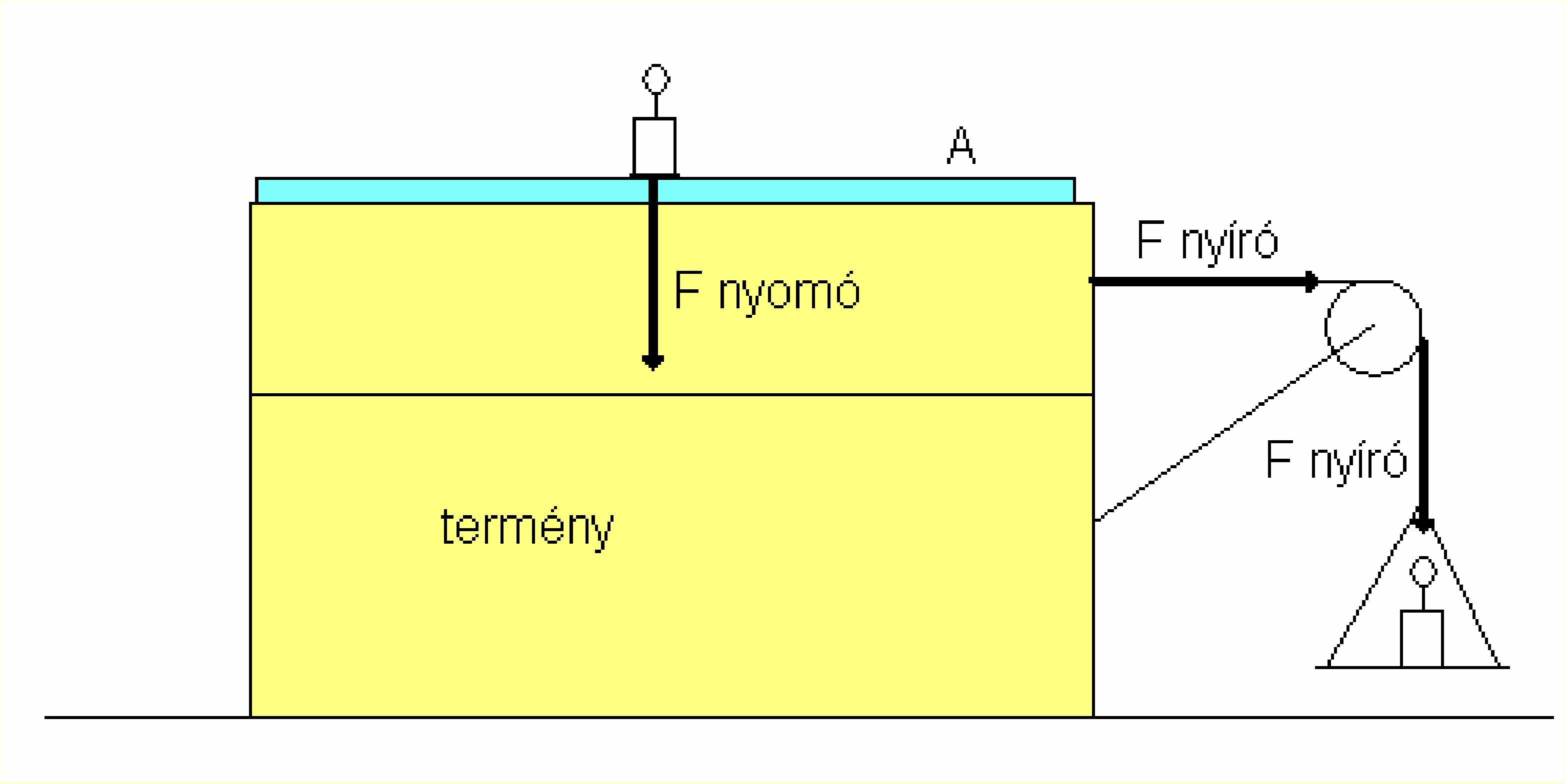
Lbs *helytelen*; az angolszász mértékegységrendszerben a következőket használták (az SI bevezetése előtt):

- lbf (pound-force) erő mérésére
- lbm (pound-mass, avoirdupois) tömeg mérésére

További hibája, hogy a mértékegység jele után nem szabad pontot tenni; az nem rövidítés

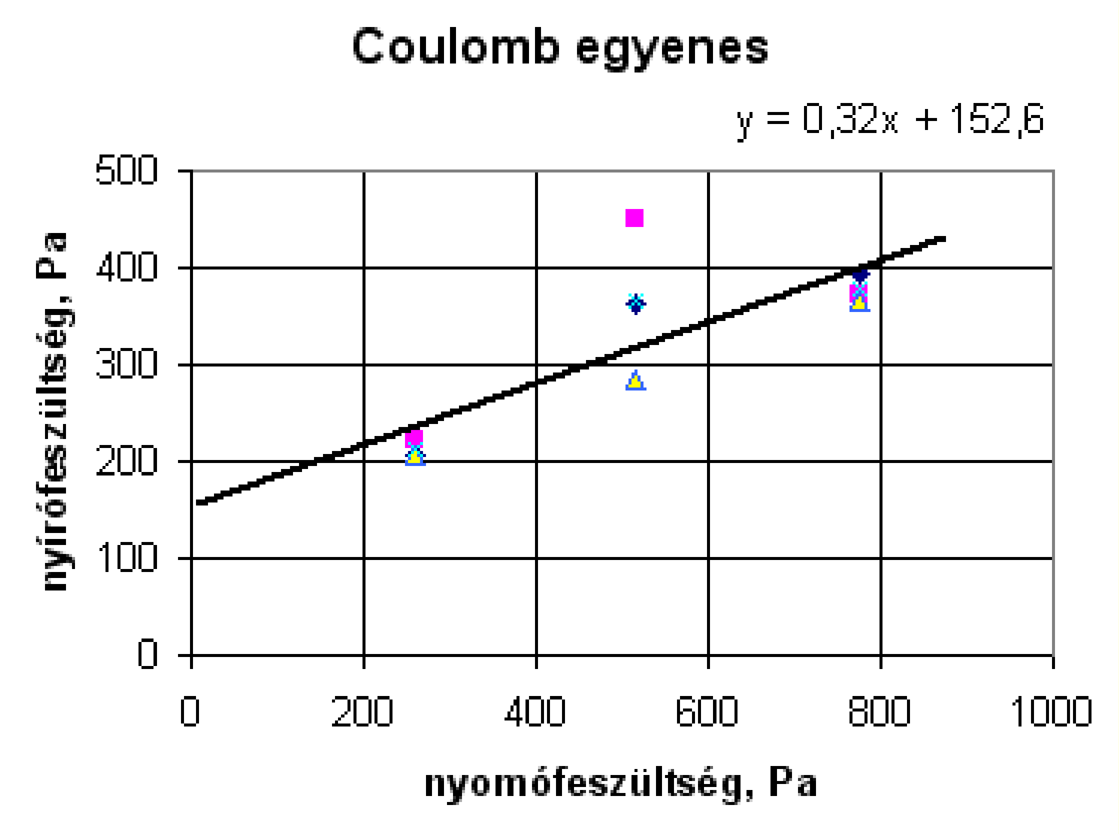

Stable Micro Systems
OHAUS
power
range
tare

Nyíródoboz



nyíródoboz

Coulomb-egyenes



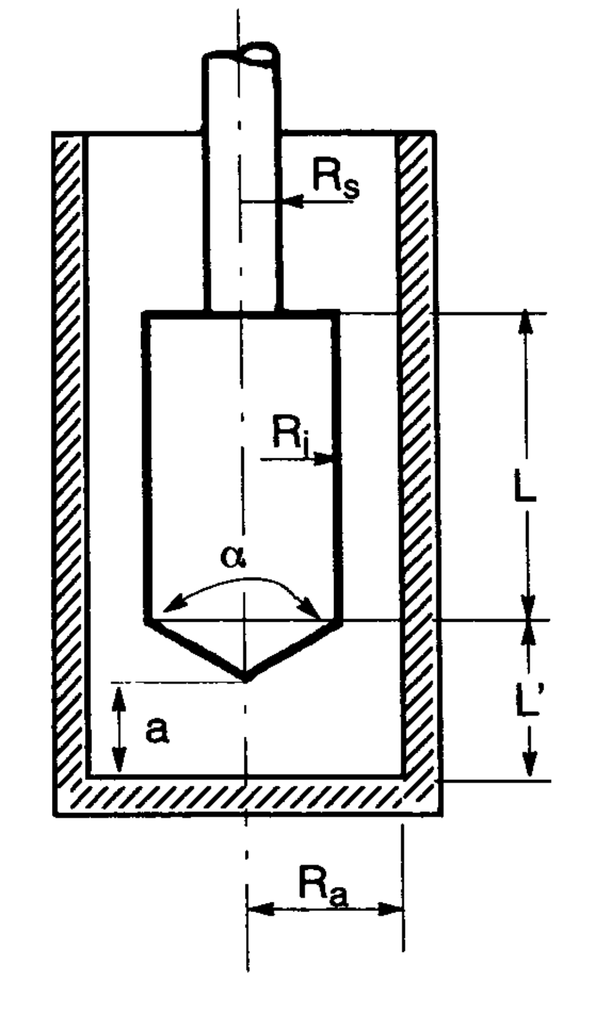
A lineáris regresszió képletével számíthatóak az egyenes adatai

Haake RotoVisco1

Rotációs viszkoziméter

Bemutató gyakorlat

Az ábrán kúp-lap elrendezést látunk: az α kúpszögű forgórész ***a*** távolságú síklapú állórészben forog



A két oszlop között felül a rotor forgató rendszere látható

Alul a termosztátba helyezzük a serleget

Ostwald-Fenske viszkoziméter

Viszkozitás mérése Ostwald-Fenske viszkoziméterrel

A Hagen–Poiseuille-törvény értelmében a kapillárison *t* idő alatt átfolyó térfogat:

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

- A Δp a hidrosztatikai nyomásból származik. *r* a kapilláris sugara, η a dinamikai viszkozitási együttható, *l* a kapilláris hossza és *t* az idő.

Összehasonlító mérést végzünk. Ismert közegként használhatunk csapvizet; az ismeretlen közeg többnyire bor szokott lenni. Az ismeretlen közeg viszkozitása:

$$\eta_x = \eta_i \frac{\rho_x t_x}{\rho_i t_i}$$

Ez azt jelenti, hogy mindkét közeg sűrűségét meg kell határoznunk. *t* az átfolyási idő.

Számítsuk ki a mérések átlagát és szórását! Az ismeretlen közeg viszkozitásának szórása az időmérések szórásából számítható:

$$\Delta\eta_x = \frac{\partial\eta_x}{\partial t_i}\Delta t_i + \frac{\partial\eta_x}{\partial t_x}\Delta t_x$$

A parciális deriváltakat az alábbi képlet szerint az időmérések átlagával és szórásával helyettesítjük (nem jelöltük az átlagot):

$$\Delta\eta_x = \eta_i \frac{\rho_x}{\rho_i}\frac{t_x}{t_i}\sqrt{\left(\frac{\Delta t_x}{t_x}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t_i}{t_i}\right)^2}$$

Höppler viszkoziméter

Viszkozitásmérés Höppler viszkoziméterrel

Esőtestes viszkozimétereknél a viszkozitás az esési idő függvénye (Stokes-törvény):

$$\eta = \frac{2g\left(\rho_g - \rho_f\right)r^2}{9l}t$$

A golyó és a mérendő folyadék sűrűségének különbségét látjuk, a golyó sugarát, az esési úthosszat, és végül az esési időt

A Stokes-képlet a korlátozatlan ülepedést írja le. Esetünkben erről szó sem lehet. Ezért bevezetjük a golyóállandó, vagy műszerállandó nevű K_h tényezőt:

$$\eta = K_h\left(\rho_g - \rho_f\right)t$$

A golyókon felirat nem helyezhető el. Ezért mikrométerrel mérve azonosítjuk őket átmérőjük alapján, és egy próbamérést is végzünk tiszta vízzel.

A hőmérsékletfüggés

Svante Arrhenius és de Guzmán szerint:

$$\eta = A\mathrm{e}^{-\frac{\Delta E}{RT}}$$

η a viszkozitás, *A* preexponenciális együttható, *E* az energia, *R* a gázállandó, *T* az abszolút hőmérséklet

A hőmérsékletfüggés

példa (a viszkozitás Pa·s-ban értendő) :

$$\eta = \eta_{\infty} \cdot e^{\frac{\Delta E}{R \cdot T}} = 5{,}118 \cdot 10^{-7} \cdot e^{\frac{18497}{8{,}3145 \cdot 273}} = 0{,}00102$$

Ellenőrizzük a számítást és ábrázoljuk az eredményt!

A fenti példában az aktiválási energia 18497 J/mol (tiszta víznél, szobahőmérsékleten).

Refraktométer

Refraktométer

Infravörös spektrométer

Infravörös spektrométer
(nyitott mintatartóval)

Ultrascan vizuális spektrométer

Vizuális spektrométer
(nyitott mintatartóval)

MOMCOLOR 100
színmérő

Bemutató mérés színmérővel